tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 59 nr.2 1994

nederlands electronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Correspondentie-adres: Postbus 39, 2260 AA Leidschendam.
Gironummer 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

De vereniging stelt zich ten doel het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica en de informatietransmissie en -verwerking te bevorderen en de verbreiding en toepassing van de verworven kennis te stimuleren.
Het genootschap is lid van de Convention of National Societies of Electrical Engineers of Western Europe (Eurel).

BESTUUR

LIDMAATSCHAP

Voor lidmaatschap wende men zich via het correspondentie-adres tot de secretaris. Het lidmaatschap staat open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt *f* 60,- per jaar.
Leden jonger dan 30 jaar betalen gedurende maximaal 5 jaar de gereduceerde contributie van f 30,- per jaar. In bepaalde gevallen kunnen ook andere leden, na overleg met de penningmeester, voor deze gereduceerde contributie in aanmerking komen. Gevorderde studenten komen in aanmerking voor een gratis lidmaatschap, en kunnen daartoe contact opnemen met een van de contactpersonen.
De contributie is inclusief abonnement op het Tijdschrift van het NERG en deelname aan de werkvergaderingen.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt gemiddeld vijfmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en de telecommunicatie. Auteurs, die publicatie van hun onderzoek in het tijdschrift overwegen, wordt verzocht vroegtijdig contact op te nemen met de voorzitter of een lid van de redactiecommissie.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt *f* 60,-.

REDACTIECOMMISSIE

Van idee tot chip
Techniek, economie en support

H.G. Rave
Centrum voor Micro-Elektronica
Veenendaal.

From idea to chip: technology, economics and support
This article covers some of the topics which are important for companies which intend to use high performance electronics like ASICs, FPGAs or PLDs. Many questions arise: what are the possibilities of this kind of electronics, how to specify the complex functionality, how to get the development job done, who could provide support.
One conclusion is that it is essential to specify the product in house, before subcontracting the work eventually.

Inleiding

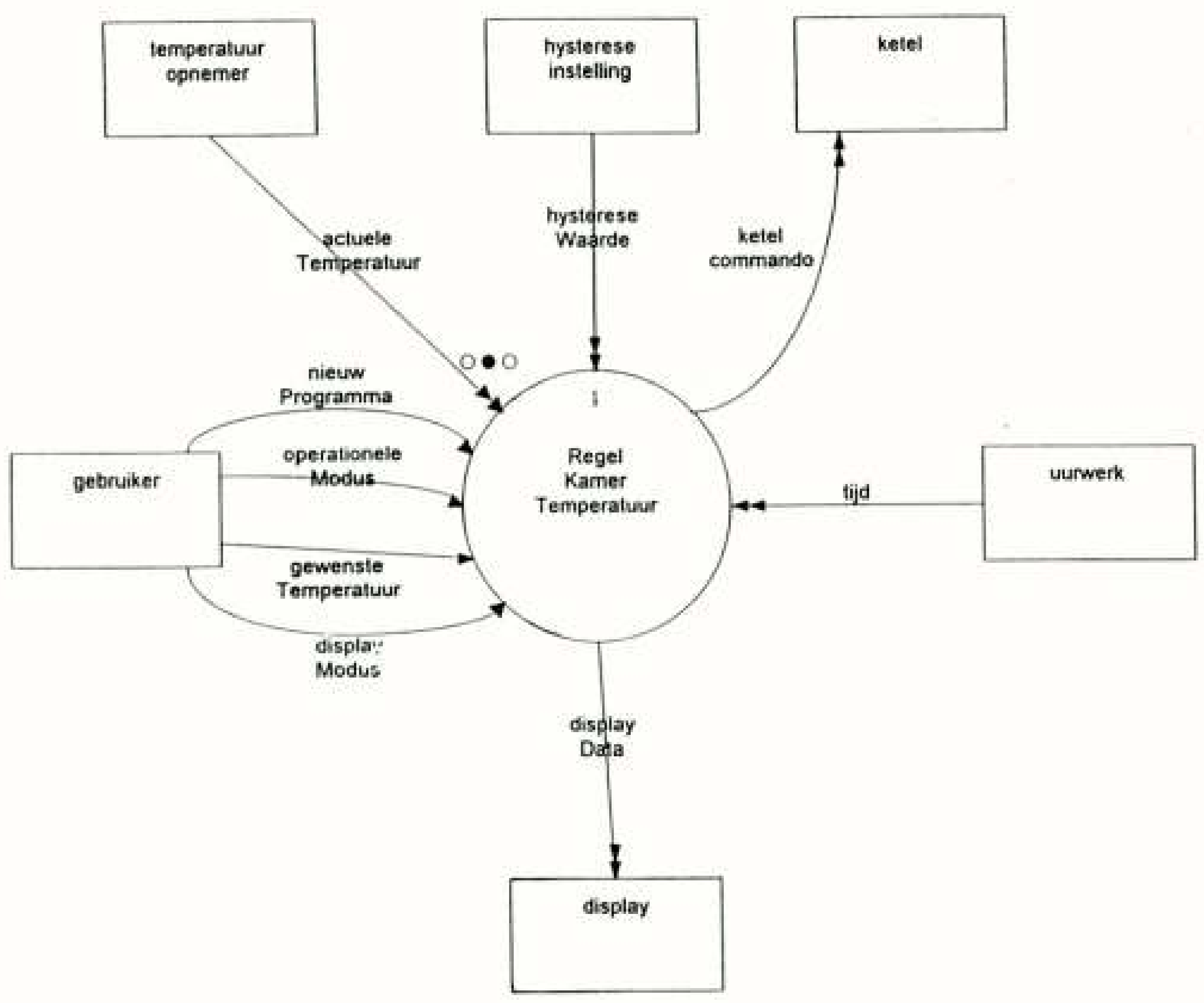
Het vertrekpunt in dit artikel is degene die met een produktontwikkeling financieel risico loopt: de opdrachtgever. Dat is degene die aan de basis staat van economische bedrijvigheid. Hij is degene die - produkten ontwikkelen is toch al een risicovolle aangelegenheid - zijn risico wenst te beheersen: investeren mag, terugverdienen moet. Soms wordt een opdrachtgever geconfronteerd met de noodzaak een nieuwe technologie toe te laten passen in zijn produkt, bijvoorbeeld omdat de grenzen van het bekende bereikt zijn, of omdat hem voorgespiegeld wordt dat een nieuwe technologie tot een goedkoper produkt leidt, enzovoort. In dit artikel komen de vragen aan bod, die een opdrachtgever voor een produkt waarin mogelijk een applicatie-specifieke geïntegreerde schakeling (een ASIC) toegepast wordt, beantwoorden moet. Uiteraard is zo'n verhandeling niet voor alle situaties uitputtend te geven; in het bestek van dit artikel passen enkele van de meest voor de hand liggende vragen.
Voor de goede orde: de intentie van dit artikel is niet om techniek in diepere zin, bijvoorbeeld de vraag 'hoe pakt de ontwikkelaar de klus aan', te behandelen.

Vragen

Een opdrachtgever zou iets van de mogelijkheden van elektronica moeten weten. Preciezer: hij moet zoveel weten als nodig is om creatief te kunnen bedenken wat het produkt moet doen. Ofwel: allereerst een korte verhandeling over de mogelijkheden van elektronica in het algemeen. Uit talloze mogelijkheden moet de opdrachtgever aangeven wat zijn produkt moet doen om het aldus te kunnen positioneren ten opzichte van concurrerende produkten in zijn marktsegment. 'Hoe specificeer je een produkt waarin een ASIC (en vaak ook nog een processor met een hoeveelheid software) zit' is dan ook de volgende vraag. Van specificatie naar produktierijp ontwerp is de volgende stap. Hoe moet hij dat organiseren? Hoe krijg je in een organisatie kennis van een nieuwe technologie? Kan hij, of moet hij uitbesteden? Waar haalt hij de ontbrekende kennis vandaan? Al met al is de vraag: hoe krijgt hij gedaan wat hij in gedachten had.
Dan de financiële bezinning: wat kost het; welke risico's loopt de opdrachtgever, wat zijn de beslispunten voor de investering?
Tot slot: mogelijk wenst de opdrachtgever hulp van derden. Wie kan hem helpen, zonder dat hij direct gebonden is aan iets wat hij nog niet kan overzien? Zijn er subsidies voor de invoering van een nieuwe technologie in een bedrijf?
Onderstaand komen enkele van deze vragen aan bod.

Mogelijkheden van micro-elektronica

Met elektronica is het mogelijk om informatie te vergaren, te bewerken en aan de omgeving terug te geven. Aan de ingangskant van een systeem gaat het dan over sensoren, antennes, mensen (denk aan toetsenborden, schakelaars, stemherkennings-systemen), andere systemen enz.; aan de uitgangskant actuatoren, mensen (beeldschermen, indicatielampen, sirenes), en ook nu weer andere systemen. Daarnaast kan informatie op informatiedragers geschreven en er van teruggelezen worden.
Ieder systeem is op dergelijk diagram af te beelden. Een voorbeeld, is een kamerthermostaat, in figuur 1:



Figuur 1 Een kamerthermostaat

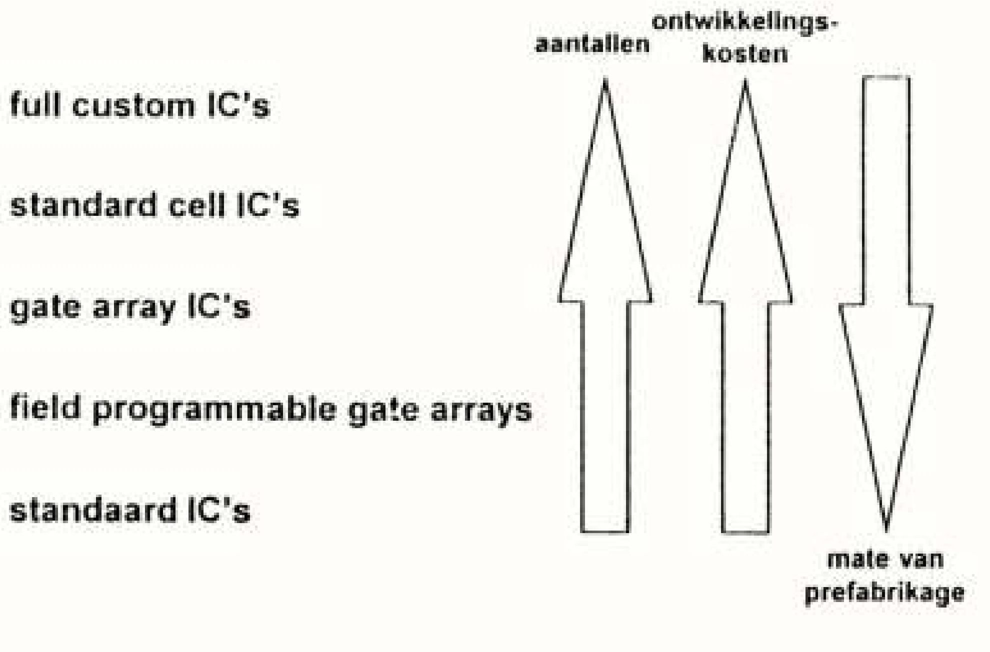
In deze figuur staat dat het systeem 'regel kamertemperatuur' als signaal uit de omgeving aangeboden krijgt een temperatuursignaal; dat het systeem de omgeving beïnvloedt via de cv-ketel; dat de bewoner het systeem eveneens kan bedienen en er informatie uit terug kan krijgen. Andere zaken in de omgeving, bijvoorbeeld de buitentemperatuur, worden in deze thermostaat niet in beschouwing genomen.
Dit is een voorbeeld van een nog vrij eenvoudig systeem. Het kan ook ingewikkelder: liftbesturingen, verpakkingsmachines, systemen om in een stad verkeerslichten te besturen of steeds actuele informatie over bussen te vergaren en aan busreizigers te verschaffen.

In het algemeen gaat het om:
- informatie vergaren (van sensoren, van mensen of van andere systemen)
- informatie bewaren en terug lezen (van en naar informatiedragers, zoals cassettes, diskettes, smart cards, enz.)
- informatie bewerken (informatiereductie, interpolatie, extrapolatie, sturen en regelen enz.)
- informatie verspreiden (via actuatoren, naar mensen, naar systemen)

Aan de kant van de realisatietechniek - de implementatie - gebeurt er ook het nodige. Enkele in het oog springende trends:
- de verkleining van het benodigde volume en gewicht;
- steeds meer mogelijkheden voor batterijvoeding door een laag energieverbruik;
- steeds meer functionaliteit is mogelijk;
- steeds meer sensoren en actuatoren komen beschikbaar;
- en vooral: de drempel voor toepassing wordt steeds lager.

Dit laatste is te illustreren aan de hand van een aantal implementatietechnieken. Te beginnen bij de ASIC- technologie die een decennium geleden als enige techniek beschikbaar was:
- full custom IC's. Om een full custom IC te maken moeten alle lagen in het IC gedefinieerd worden.
  Dit levert enerzijds maximale mogelijkheden, maar anderzijds de consequentie dat de ontwikkeling tijdrovend is.
- standard cell IC's. Voor de produktie moeten evenals bij full custom IC s alle lagen gedefinieerd worden.
  Tijdwinst in de ontwikkeling wordt behaald door gebruik te maken van bibliotheken met standaardfuncties.
- gate arrays. Hier wordt andermaal een winst in doorlooptijd verkregen, nu door ook het IC voor het overgrote deel als standaardcomponent te fabriceren en slechts door middel van verbindingslagen het IC specifiek voor de applicatie te maken.
- field programmable devices. Zelfs de verbindingslagen zijn hier afwezig; de ontwerpinformatie wordt nu in de component gebracht door al aanwezige verbindingen te verbreken of juist door verbindingen te maken.
- standaardcomponenten. Hier gaat het om componenten als processoren, interfaces, versterkers, filters enz. De functie van deze componenten is niet 'in het veld' modificeerbaar.

Van eerst- naar laatstgenoemde zijn enkele overeenkomsten en verschillen van deze technieken te noemen; zie figuur 2.



Figuur 2 Overeenkomsten en verschillen van implementatietechnieken

Wat moet het produkt doen

In hoofdlijn verloopt het traject van idee tot produkt als volgt:
- produktspecificatie
- marktonderzoek
- haalbaarheidsstudie
- produktontwikkeling
- produktie
- marktintroductie

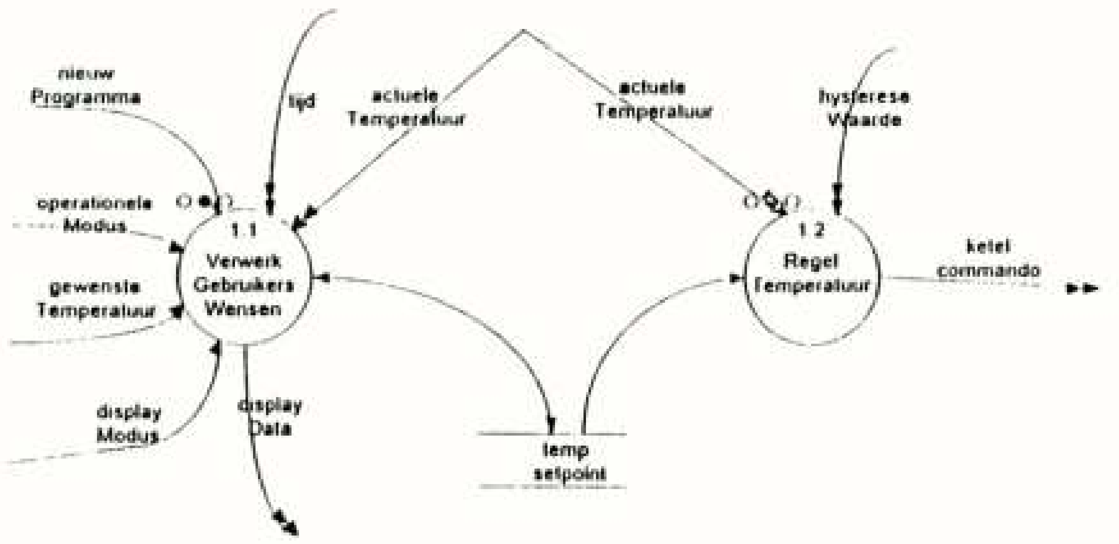
Uiteraard kan de volgorde aan de specifieke situatie aangepast worden of kunnen activiteiten parallel verlopen. Als het om een produkt gaat waarin een nieuwe techniek toegepast wordt zijn twee van de genoemde activiteiten van wezenlijk belang: de specificatie en de feitelijke ontwikkeling. Voor de opdrachtgever ligt de aandacht bij die specificatie.
Redenen om hieraan in het bijzonder aandacht te schenken zijn o.m. de noodzaak het produkt beheersbaar te kunnen ontwikkelen, ondanks een vaak grote complexiteit, en de noodzaak het prototype in functionele zin tijdens de ontwikkeling te kunnen testen. Bovendien blijkt in de praktijk dat een goede aansturing van de ontwikkeling de doorlooptijd en ontwikkelingsinspanning aanzienlijk reduceert. Aldus: een goede specificatie is onontbeerlijk, zeker voor meer complexe produkten waarbij een zeker risico aan de ontwikkeling kleeft.
De meest gangbare wijze om een produkt te specificeren is een tekstuele specificatie. In een notitie worden de eisen en wensen vastgelegd. Dergelijke specificaties zijn echter al te vaak onvolledig (in de ontwikkelingsfase blijkt dat bepaalde eigenschappen niet omschreven zijn) of inconsistent (eigenschappen zijn op meer dan een wijze omschreven). Ook is de overdraagbaarheid van de specificatie gering: te veel informatie wordt tegelijk aangeboden, waardoor het overzicht verloren raakt.
Wat nodig is, is een methode, die:
- een grote toegankelijkheid op ieder niveau van abstractie in het beschreven systeem biedt, en die tevens
- een redelijke mate van 'waterdichtheid' van de specificatie oplevert.

Om hierin te voorzien heeft de vakgroep Digitale Informatiesystemen van de TUE, in samenwerking met de kerngroep Support and Competence Center van het Centrum voor Micro-Elektronica, een methode uit de software engineering voor het specificeren van hardware/software-systemen toegankelijk gemaakt. Het betreft de methode voor het specificeren van real time systemen van Ward en Mellor. Voor dit doel zijn typische software-termen vervangen en is de volgorde van de acties beter gedefinieerd. In het kort komt de methode neer op het volgende:
- leidt uit de initiële beschrijving een doelbeschrijving af door alle implementatie-details te schrappen;
- baken het systeem ten opzichte van de omgeving af en beschrijf de interfaces met de omgeving (het contextdiagram);
- inventariseer de gebeurtenissen waarop het systeem moet reageren in welke vorm dan ook;
- geef per gebeurtenis aan (in enkele woorden) wat de gewenste response van het systeem moet zijn en welke tijd daarvoor beschikbaar is), dit leidt tot de event/responstabel;
- (eventueel) stel een voorlopig datadiagram op;
- werk steeds een datadictionary bij, waarin alle termen omschreven worden.

Op dit moment is een eerste, globale specificatie van het systeem tot stand gekomen. Deze is voor niet-ingewijden in het vakgebied zeer goed begrijpelijk. De terminologie van de specificatie dient aan te sluiten bij het probleemdomein. Meer detail wordt toegevoegd in een aantal slagen:

- stel een voorlopig transformatiediagram, uitgaande van de eerdere event/responstabel;
- maak zonodig een beschrijving van het systeem met transformatie diagrammen op een niveau tussen het contextdiagram en het voorlopig transformatiediagram, en detailleer waar nodig transformaties met 'kind'-transformaties en controltransformaties;
- stel het datadiagram zonodig bij;
- voorzie alle transformaties in het systeem van een beschrijving, in taal of in een taal als VHDL of C/C++;
- werk ook nu weer consequent gedurende het proces de datadictionary bij.

Deze werkwijze levert een 'essentieel model', geformuleerd in termen uit het probleemdomein, van het systeem op. Het bevat een zo nauwkeurig als gewenste beschrijving van het systeemgedrag en biedt een kapstok voor andere specificaties als performance, gebruiksomstandigheden etc. In de praktijk blijken dergelijke specificaties ook door mensen die niet met de methode en de representatie daarvan vertrouwd zijn, begrepen te worden. In figuur 3 is een voorbeeld van een programmeerbare kamerthermostaat weergegeven op het niveau onder het contextdiagram.



Figuur 3 Nadere uitwerking van de kamerthermostaat

In [1] is de methode om praktisch gebruik mogelijk te maken, beschreven.

Hoe krijg ik het gedaan

In het traject van idee tot produkt moet een groot aantal beslissingen genomen worden. Enkele belangrijke zijn:

- ontwikkeling in huis of extern;
- detaillering van de specificatie tot op het niveau van bijv. de timing en de performance;
- de implementatietechniek;
- de produktie, etc.

Enkele aspecten kunnen hier de revue passeren. Zelf doen of uitbesteden is een afweging, waarvoor de voornaamste inputs het belang van de onderhavige techniek voor het bedrijf en de positie in die techniek van het bedrijf ten opzichte van de buitenwereld is. Als het belang van de techniek groot is, pleit dit voor het in huis ontwikkelen; als de positie (nog) slecht is dan pleit dit voor uitbesteden of de techniek via uitbesteding in combinatie met een kennistransfertraject binnen halen, zodat een volgende keer de positie steviger is.

Voor wat betreft de implementatietechniek is het zinvol de alternatieven op een rij te zetten om aldus het keuzeprobleem te tonen. Iedere techniek heeft zijn eigen karakteristieken; in het algemeen wordt een systeem in meer technieken opgebouwd om op die wijze de goedkoopste oplossing te realiseren.

	PLD	Gate Array	Standard Cell	Full Custom
seriegrootte	1 - 500	100 - 50.000	20.000 - 500.000	≥ 500.000
ontwikkelingstijd	dagen - weken	weken - maanden	weken - maanden	maanden
kosten - eenmalig - per stuk	 0 10 - 100	 20k - 300k 2 - 600	 40k - 200k 2 - 50	 40k - 400k 1 - 20
Tools - hw - sw	 5k 1 -10k	 10 - 50k 20 - 50k	 50k 50k	 50k 150k
inwerktijd	dagen	weken	weken	maanden

Figuur 4 Karakteristieken van implementatietechnieken

De kosten- en enkele andere aspecten blijken uit de tabel in figuur 4.

Wie kan helpen

Vaak zijn bedrijven waar een externe gerichtheid heerst succesvoller in het verkrijgen van toegang tot nieuwe technieken dan hun tegenpolen. Het is dan ook verstandig gepast gebruik te maken van al hetgeen al elders bekend is. Nieuwe technieken invoeren kan op vele manieren, de belangrijkste zijn:

- personeel via cursussen en zonodig training on the job opleiden;
- nieuw personeel dat reeds vertrouwd is met de techniek aannemen (maar dit is een optie die het risico vergroot);
- samen werken met bijv. ontwikkelhuizen of instituten, en daar zoveel mogelijk uit trachten te leren (er zijn nog steeds mogelijkheden om een 'design seat' met technische begeleiding te huren);
- een onafhankelijke instantie, die vanuit het perspectief van de toepasser opereert, erbij betrekken. Voor deze rol in de micro-elektronica is het Centrum voor Micro-Elektronica in het leven geroepen. Het CME kan in het aanlooptraject helpen: technologie strategie-vorming, produktconcepten, specificatie, voorlopige technologiekeuze, selectie van ontwerphuizen, begeleiding van de ontwikkeling.

Qua subsidies en voorfinanciering zijn er tal van generieke mogelijkheden (bijv. het Technisch Ontwikkelings Krediet, TOK). Specifieke subsidies in de elektronica zijn

- nationale IT-subsidies (deze zomer wordt een nieuwe ronde aangekondigd door Senter te Den Haag);
- de MiToe-regeling, bestemd voor middelgrote en kleine bedrijven (tot 500 medewerkers) die elektronica in hun produkt zouden kunnen toepassen, maar daar nog geen ervaring in hebben;
- support in het kader van het CME/SCC. Dit programma richt zich op de toepassing van JESSI-researchresultaten door middelgrote en kleine bedrijven, en het stimuleren van het gebruik van geavanceerde technologiën (bijv. ASIC's, FPGA's, PLD's) als voorbereiding op gebruik van researchresultaten.

  De SCC-groep kan zowel zelf ondersteuning verlenen (en doet dat met name in het aanlooptraject totdat een commerciële partij kan worden ingeschakeld en kan daarnaast ook mankracht inhuren. Bij dit laatste is het streven om een partij te kiezen, die ook later met de toepasser zou kunnen samenwerken.

Conclusie

De drempel om toegang te krijgen tot nieuwe elektronica-technologiën is de laatste jaren fors gereduceerd. De aanloopinvesteringen zijn kleiner; de benodigde kennis geringer; de hulp in de vorm van ontwerpgereedschappen is beter; het palet van implementatiemogelijkheden is groter. De activiteiten die een bedrijf zelf moet uitvoeren worden bepaald door een groot aantal factoren. Het is sterk aan te bevelen om ten minste het proces van definitie van produkt- of systeemeisen zelf te doen. Hulp in de vorm van derde partijen in verschillende rollen, alsmede subsidies, is onder bepaalde voorwaarden beschikbaar.

Literatuur

[1] M. Stevens, P. van der Putten en R. van Weert
Systematisch Specificeren van Elektronica
Centrum voor Micro-Elektronica, te verschijnen in juni 1994

Voordracht gehouden tijdens de 420e werkvergadering

TURN-KEY DESIGN OF COMPLEX ASIC PRODUCTS

Ing. H. Moonen
PIJNENBURG Custom Chip Products

Summary

Subcontracting the turn-key design of ASIC's is an attractive option for companies that require only a small number of designs per year but still want to benefit from applying ASIC's or companies that want to increase their engineering capacity for a short or long period of time. With this approach no investments in expertise, hardware, software etc. are needed to gain significant technical & commercial advantages and reduce time-to-market. Subcontracting ASIC design leads to success provided it is dealt with in a professional way. E.g. a clear split of tasks and responsibilities should be agreed in the ASIC contract for development & production. However the most important issue is still the communication between customer and subcontractor. This needs special attention before and during the development project.

PIJNENBURG Custom Chip Products in Vught, The Netherlands, focuses on turn-key design of complex custom chips and the delivery of these chips whenever possible. The company completes the total design trajectory in-house to achieve a short and well controlled development cycle with an optimal end-result. With this turn-key approach there is only 1 responsible company for the customer from feasibility down to the delivery of production volume.



Introduktie

Het onderwerp ASIC's kent te veel facetten om compleet aan de orde te kunnen komen in het bestek van één artikel of presentatie. In dit artikel wordt kort aandacht besteed aan een aantal (overwegend commerciële) aspecten van het toepassen van ASIC's.

Eerst komen motivaties aan bod waarom ASIC's toegepast zouden kunnen worden. Dit wordt gevolgd door een overzicht van verschillende fasen in een ASIC ontwikkelingsprojekt samen met beschikbare ASIC services. Contracten en verantwoordelijkheden komen aan de orde met een globale inschatting van de kosten. Verder zijn voordelen opgenomen die het uitbesteden van een ASIC ontwikkeling inhouden voor u als opdrachtgever.

Tenslotte zijn een beperkt aantal vragen verzameld waaraan zeker aandacht moet worden geschonken bij het nemen van beslissingen op het terrein van ASIC's toepassen en/of het uitbesteden van de ontwikkeling ervan bij een ontwerphuis.

Waarom custom chips ?

Het toepassen van custom chips kan grote voordelen opleveren op het technische vlak

- hogere performance
- lagere powerconsumptie (minder warmte dissipatie en/of kleinere batterijen nodig of een langere werking)
- meer funktionaliteit in een kleinere afmeting
- kleinere en minder complexe printkaart nodig
- kleiner produkt van minder gewicht
- hogere betrouwbaarheid
- betere EMC specificaties

en het commerciële vlak

- lagere totale kosten (componenten, assemblage, logistiek, service)
- betere prijs prestatie verhouding
- realisatie van geavanceerde & sterk concurrerende produkten
- bescherming van kennis
- kortere time-to-market
- innoverend & high-tech bedrijfsimago.

Uiteindelijk kunnen in feite alle technische voordelen 'vertaald' worden in financiële voordelen. Daarmee kan dan ook geconcludeerd worden dat uiteindelijk de voornaamste drijfveer voor het toepassen van ASIC's is: het vergroten van omzet en/of winst van het bedrijf.

ASIC projektfasen en services

Alvorens in te gaan op de services die op het terrein van custom chips worden aangeboden volgt eerst een overzicht van de fasen die herkenbaar zijn in een projekt:

FEASIBILITY	consultancy haalbaarheid specificatie	
DESIGN	*front-end design*	ontwerp invoer simulatie
	back-end design	placement & routing design verificatie, testvektor generatie datapreparatie (design, test, packaging) sign-off
PROTOTYPING	prototyping (ook multi-projekt of FPGA's) evaluatie & vrijgave van prototypes in produktie brengen van het ontwerp karakterisatie en pilotproduktie	
PRODUKTIE	volume leveringen	

overzicht ASIC project flow.

Contracten en verantwoordelijkheden

Het uitgangspunt als ontwerphuis is services te leveren op basis van een vaste prijs en vaste doorlooptijd die vooraf wordt overeengekomen. De opdrachtgever is dan vóór het starten van het projekt volledig op de hoogte van de kosten en hetgeen daarvoor geleverd zal worden.

In de feasibility fase worden services veelal geleverd op basis van afspraken over het weektarief en het aantal weken dat in eerste instantie zal worden geïnvesteerd.

Dit gebeurt omdat het niet altijd mogelijk is gezien het aantal onbekendheden/onzekerheden (niet complete specificaties, technologische vraagstukken) in deze fase hierover vooraf vaste afspraken te maken. Zodra het projekt dat echter toelaat worden ook hier services geleverd op basis van vaste prijs en doorlooptijd.

De ontwikkelingsfase wordt nagenoeg altijd op turn-key basis uitgevoerd. Ook worden de produktiefase prijzen voor de komende jaren vastgelegd in een overeenkomst. De ontwikkelings- en produktiekosten zijn dus bij de opdrachtgever bekend vóórdat deze een overeenkomst sluit en het projekt van start laat gaan.

Naast bovengenoemde services worden diensten verleend als: alléén het ontwerp van ASIC's; back-end design; het beschikbaar stellen van faciliteiten & support; prototyping; multi-projekt service; het in produktie brengen van ontwerpen; of combinaties hiervan. Ook deze diensten worden over het algemeen aangeboden op basis van vaste prijs en tijd vooraf.

Een overzicht van de verantwoordelijkheden in elke fase is als volgt:

* **feasibility, specificatie**: *vaste prijs & tijd / prijs per week*

feasibility: verantwoordelijkheid van ontwerphuis
funktionele specificatie: verantwoordelijkheid van opdrachtgever

* **design, prototyping**: *vaste prijs & tijd*

Verantwoordelijkheid van ontwerphuis om de ASIC te ontwikkelen, ondersteund door opdrachtgever, en prototypen te leveren die voldoen aan de overeengekomen specificaties.

* **produktie**: *vaste prijs*

Verantwoordelijkheid van ontwerphuis om produktie IC's te leveren met dezelfde funktionaliteit als de vrijgegeven prototypen en volgens de elektrische specificaties tegen de overeengekomen prijs.

* **Opdeling** van taken in de ontwikkelingsfase tussen opdrachtgever en ontwerphuis (bijv. invoer van het ontwerp & simulatie door opdrachtgever). Verantwoordelijkheden verschuiven overeenkomstig van ontwerphuis naar opdrachtgever.

Verantwoordlijkheden bij ASIC projecten

Ontwikkelings- en produktiekosten

De kosten voor ontwikkelingen en produktie lopen sterk uiteen. Over het algemeen kan echter gesteld worden dat, bij het volledig uitbesteden van de ASIC ontwikkeling, de kosten voor engineering + prototyping in de orde liggen van Hfl. 100.000,-- tot Hfl. 300.000,--. Projekten kunnen ook aanmerkelijk lager uitvallen, bijvoorbeeld bij eenvoudige gate-arrays, maar ook hoger bij complexe full custom of standaard cel ontwerpen. Voor produktprijzen geldt eenzelfde grote spreiding (Hfl. 3,-- tot Hfl. 500,--). In de regel komen prijzen bij een aantal van 1.000 stuks per bestelling echter uit in de orde van Hfl. 15,-- tot Hfl. 40,-- per stuk. Hierin speelt het aantal stuks, de complexiteit van de ASIC en de keuze van behuizing en het produktie proces een belangrijke rol.

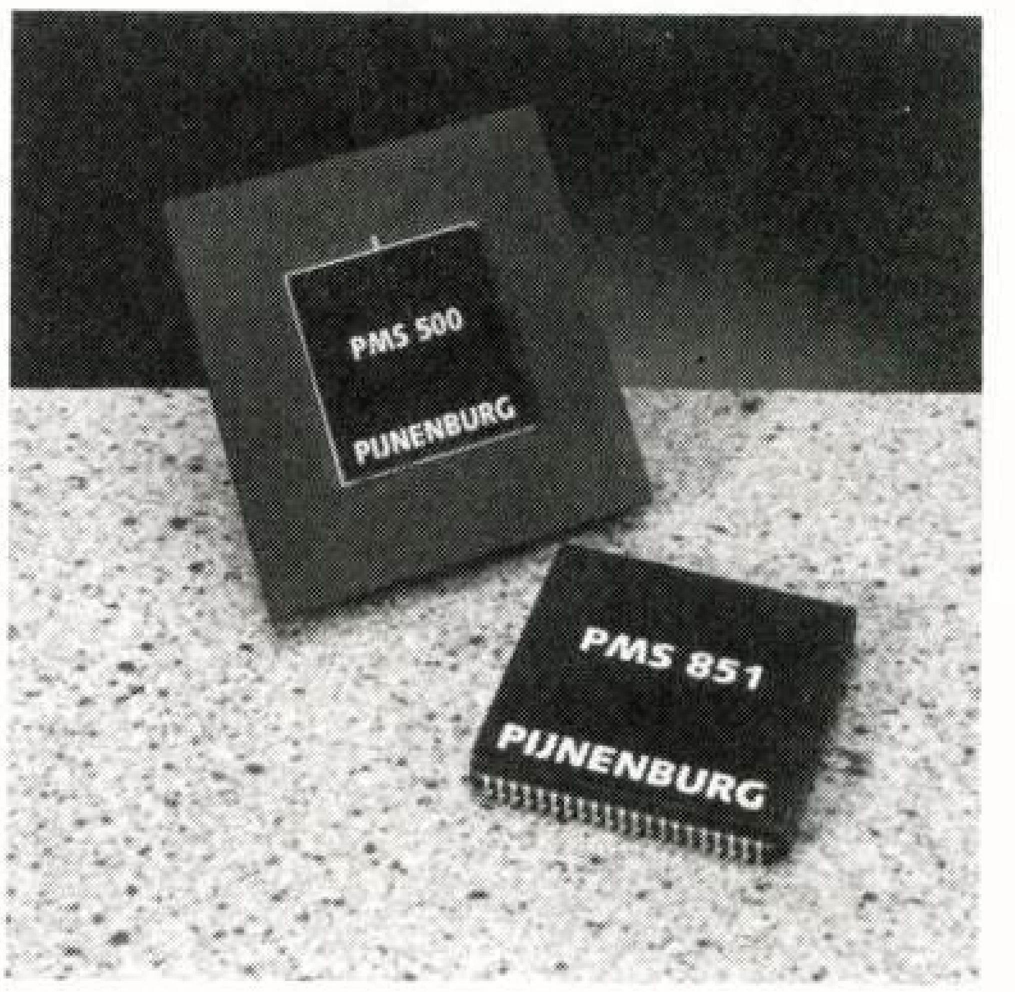


foto 1, Pijnenburg processor cores

Voordelen van uitbesteden

Een aantal malen is het uitbesteden van ASIC projekten genoemd. Dit kan heel interessant zijn voor bedrijven in gevallen dat behoefte bestaat aan een relatief klein aantal verschillende ASIC ontwerpen per jaar of indien de opdrachtgever 'zijn eigen' beschikbare engineeringcapaciteit (tijdelijk) wenst uit te breiden door het projekt uit te besteden.

Welke voordelen kan het uitbesteden voor de opdrachtgever verder inhouden ?

- kortere time-to-market (zaken doen met een ander bedrijf dwingt tot het maken èn nakomen van duidelijke afspraken; het ontwerp huis wordt niet 'gestoord' door uw dagelijkse prioriteiten en dient het projekt binnen budget en tijd uit te voeren).

- minimum aan risico (vaste kosten en doorlooptijden vooraf)

- toegang tot een bron van expertise en ervaring op custom chip gebied en de mogelijkheid ASIC's toe te passen. Hiervoor hoeft de opdrachtgever géén investeringen te doen in mensen, training, software, hardware, maintenance etc..

- gebruik van reeds beschikbare complexe cellen bij design huis (lagere kosten, kortere ontwerptijd, hogere performance, garanties)

- één verantwoordelijke partij voor het totale projekt (ontwikkeling + produktie); tevens dezelfde partner voor produktie bij verschillende chipfabrieken

- interne engineering capaciteit kan volledig gebruikt worden voor kernaktiviteit & strategische projekten die waarschijnlijk bestaan uit systeemontwerp.

- indien er geen ASIC projekten zijn, heeft het bedrijf ook geen kosten.

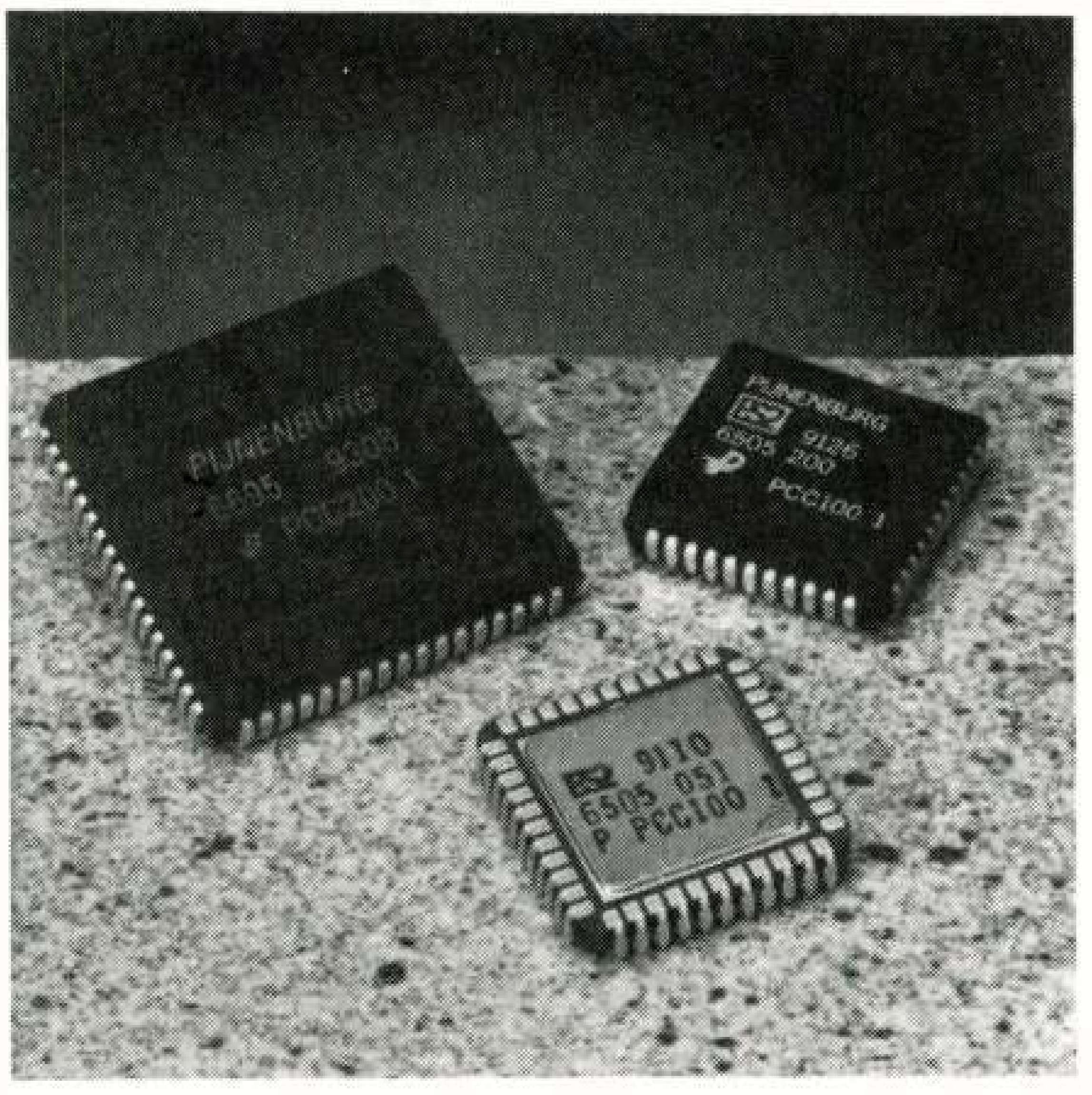


foto2, Pijnenburg crypto chips

Design flow volledig in huis

Een select aantal ontwerphuizen heeft geïnvesteerd in het uitvoeren van de volledige ontwerp flow in huis. Dit houdt in dat het volledige ontwerp inclusief layout, testvectoren etc. binnen het bedrijf wordt ontwikkeld. Een database wordt naar de chipleverancier gestuurd waar in principe onmiddellijk een processing gestart kan worden.

Het ontwerphuis is daarmee in staat om kortere doorlooptijden te realiseren. Verder kan het volledige ontwerptraject onder controle worden gehouden en kan, waar nodig, corrigerende aktie worden ondernomen. Zou bijvoorbeeld de layout fase bij de halfgeleiderfabrikant worden uitgevoerd dan is de voortgang en het resultaat van het ASIC projekt voor een belangrijk deel afhankelijk van de prioriteiten en prestaties van deze derde partij.

Door het projekt volledig in huis uit te voeren zijn diverse iteraties mogelijk binnen de ontwerpcyclus, zonder extra kosten of tijdverlies, om een beter eindresultaat te bereiken. Tenslotte is het op deze wijze mogelijk IC's te ontwerpen met speciale eisen t.a.v. bijvoorbeeld powerconsumptie, hoge kloksnelheden of andere parameters op de grens van de technologische mogelijkheden.

Een aantal belangrijke vragen bij ASIC's en uitbesteden

Bij het nemen van een beslissing zouden op zijn minst de volgende zaken bekeken moeten worden, een ontwerphuis kan u daarbij van advies dienen:

- Leveren ASIC's voor uw bedrijf daadwerkelijk voordelen op ?

Niet u èn niet het ontwerphuis zijn gebaat bij het uitvoeren van een ASIC projekt waarvan (uiteindelijk) vaststaat dat het u niets oplevert. Hier wil het ontwerphuis ook haar kostbare tijd niet in investeren. Uw succes is tevens het succes van het ontwerphuis. Deze wenst een relatie met uw bedrijf op professionele basis voor de langere termijn en zal zich inspannen een zo objectief mogelijk advies te geven.

- Hoeveel ontwerpen denkt u per jaar nodig te hebben ?

Is dit een relatief klein aantal, besteedt u dan zeker deze specialistische taak uit.

- Besteedt u ruim voldoende aandacht aan de funktionaliteit die u gerealiseerd wilt zien en communiceer duidelijk naar de subcontractor de doelen die u wenst te bereiken; met de ASIC en het produkt. Het ontwerphuis kan u dan concrete voorstellen en oplossingen aandragen in plaats van nog meer problemen.

- Reserveert u intern voldoende tijd om een goede support te kunnen leveren aan het ontwerphuis om het projekt correct en op tijd uit te kunnen voeren.

- Evalueert u zo uitgebreid mogelijk de prototypen die worden geleverd.
Zodra u de funktionaliteit van de prototypen accepteert en het ontwerp vrijgeeft kunt u daar het ontwerphuis nadien in principe niet meer op aanspreken.

- Realiseert u zich bij de keuzes die u maakt dat de ASIC van vitaal belang kan zijn voor uw produkt, uw positie in de markt en uw bedrijf.

- Kiest u daarom een route, in samenwerking met een professionele partner, die u vooraf GARANDEERT dat het ontwerp in PRODUKTIE komt <u>èn</u> <u>blijft</u> in de komende jaren, <u>zonder</u> verborgen extra kosten voor u. Kijkt u vooral uit voor situaties waarbij het ontwerphuis NIET degene is die straks ook verantwoordelijk is voor de levering van produktiechips. In het geval van problemen kunt u niemand aanspreken.

- De belangrijkste sleutel voor het succesvol uitvoeren van ASIC project blijft echter: voldoende en duidelijke communicatie tussen opdrachtgever en ontwerphuis.

Het toepassen van ASIC's kan voor een bedrijf grote voordelen opleveren mits het op een professionele wijze wordt aangepakt.

Achtergrond PIJNENBURG

PIJNENBURG Custom Chip Products biedt een scala van services aan op het terrein van de ontwikkeling en produktie van ASIC's (Application Specific Integrated Circuits) oftewel custom chips.

Deze activiteit is gestart in 1986 na eerst zelf jarenlang toepasser te zijn geweest van ASIC's in elektronische produkten die binnen het bedrijf werden ontwikkeld.

Sinds een aantal jaren is de custom chip activiteit een kernactiviteit van het bedrijf. De focus ligt daarbij op de ontwikkeling van complexe IC's in CMOS technologieën inclusief mixed analoge/digitale circuits en chips gebaseerd op door PIJNENBURG in-huis ontwikkelde cellen: processor cores (8051, 16-bit RISC), cryptografische cores (DES, RSA, proprietary) en andere complexe cellen (filters, compressie etc).

De ontwerpen worden meestal als standaard cel, maar ook als gate array en full custom implementatie gerealiseerd.

Een honderdtal custom chip projekten werden inmiddels uitgevoerd voor de meest uiteenlopende applikaties en klanten. Het onderneming is marktleider op dit gebied in de Benelux en kan worden omschreven als een ontwerphuis of engineering huis. Het bedrijf treedt bij voorkeur ook op als leverancier van de ontwikkelde produkten en neemt ook daarvoor de verantwoordelijkheid. Dit houdt in dat de opdrachtgever één aanspreekpunt en verantwoordelijke partner heeft van haalbaarheidsonderzoek tot en met het leveren van produkten jaren later.

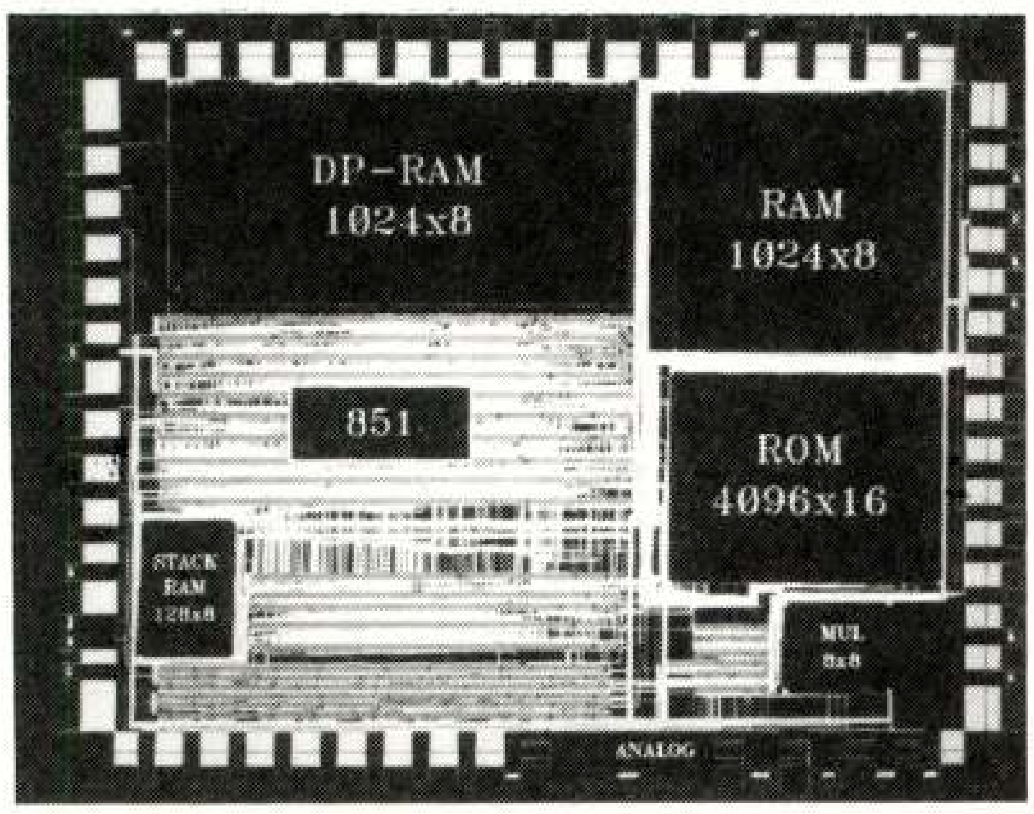


foto 3, Pijnenburg klantenspecifieke 8051 ASIC

In de loop der jaren is de complexiteit van de ontwikkelde IC's sterk opgelopen: het maken van ontwerpen met méér dan 500.000 transistoren op één chip zijn tegenwoordig geen uitzondering meer. Daartoe beschikt het bedrijf over de meest geavanceerde ontwerpgereedschappen van bijvoorbeeld SYNOPSYS, CADENCE en COMPASS. Bijzonder is dat het gehele ontwerptrajekt van invoer van het design tot en met de layout fase van een ontwerp in huis worden uitgevoerd. Op deze wijze is het bedrijf in staat ontwerpen te maken op de grenzen van de technologie in een korte doorlooptijd met een betere controle en beheersing van het gehele ontwerptrajekt.

Verder worden regelmatig projekten uitgevoerd die bestaan uit een combinatie van ASIC, hardware en software ontwikkeling. Over het algemeen worden projekten uitgevoerd met een hoge toegevoegde waarde met in de meeste gevallen produktieaantallen per jaar tussen de 1.500 en 50.000 stuks. De product life cycle van een ASIC ontwerp ligt gemiddeld op ongeveer 5 jaar.

Tot het klantenbestand kunnen zowel grote bedrijven (SIEMENS, PHILIPS, ERICSSON, AT&T) alsook midden & kleinbedrijven gerekend worden die in staat zijn complexere projekten uit te (laten) voeren en te financieren.

Naast het uitvoeren van projekten in opdracht van een klant, worden standaard IC's (Integrated Circuits) voor eigen rekening ontwikkeld en op de markt gebracht. Voorbeelden hiervan zijn standaard IC's voor het terrein van informatiebeveiliging: de PCC100 DES en PCC200 RSA chip.

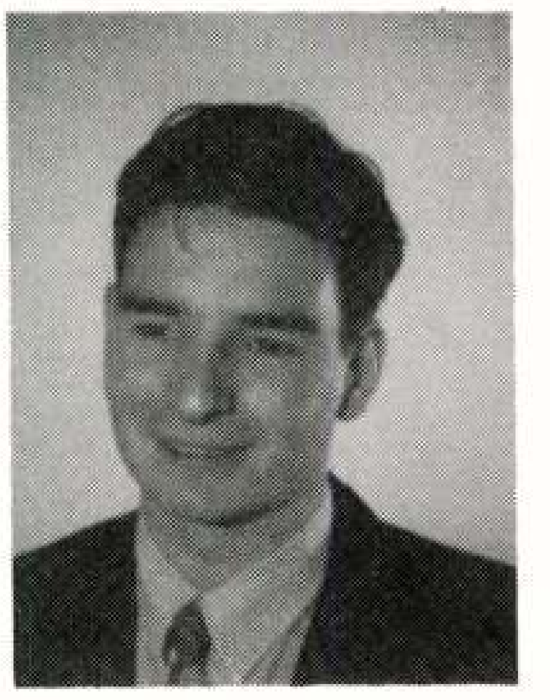
Voordracht gehouden tijdens de 420e werkvergadering

APAR, an Active Phased Array Radar for the Royal Netherlands Navy

Ir. F.J.G.M. Hennekens
Hollandse Signaalapparaten (SIGNAAL)

Survey

Hollandse Signaalapparaten (SIGNAAL) is involved in an active phased array radar program, together with subcontractors from the Netherlands, Germany and Canada.
This program will lead to the development and production of APAR, Active Phased Array Radar, to be placed among others on the new "Luchtverdedigings- en Commando Fregatten" (LCF) of the Royal Netherlands Navy. The program uses the results of an earlier study, carried out by SIGNAAL and FEL/TNO, to investigate the feasability of an active T/R(Transmit-Receive)-element radar called EXPAR (EXperimental Phased Array Radar). In this article the rationale behind APAR is presented, in terms of operational needs. Some of the fundamental principles of a phased array radar are outlined. Finally the system concept of APAR is described.



Introduction

Hollandse Signaalapparaten is currently developing an I/J-band active phased array radar, APAR. This program was initiated in 1991 as a product development using the results of an experimental phased array study, EXPAR, a national technology study in cooperation with FEL/TNO.
In this article the following items will be illustrated. Firstly, the reasoning for Signaal having an active phased array program. Secondly, a short description about the operating principles of an active phased array and what technology is currently being used in APAR.
Finally, the APAR system concept will be described.

Changing Operational Needs

Several years ago NATO came up with a study for a future defence system for anti air warfare frigates, called NAAWS (NATO Anti Air Warfare System). In this study the future threats and threat scenarios to be expected in the years 2000+ were outlined. A system to defend future frigates against these threats was presented. It was thought that a MFR (Multi Function Radar), implemented in the form of a phased array radar, is necessary in order to carry out the self defence capability of the frigates.
The Royal Netherlands Navy has planned two new AAW (Anti Air Warfare) frigates, "Luchtverdedigings- en Commando Fregatten (LCF)", around the year 2000. The sensorsuite of these frigates will be based on this NATO-system and will comprise such a MFR, an active phased array radar, APAR.
In order to share and reduce the costs for such a complex development like APAR, the Royal Netherlands Navy approached both the Royal German Navy and the Royal Canadian Navy. All three navies will account for one-third of the development and production costs. Companies momentarily involved in the APAR-program are:

- Germany: DASA;
- Canada: NTL;
- the Netherlands: Signaal (being the main contractor), FEL/TNO.

The following characteristics of the future threats and threat scenarios were outlined in the NAAWS study:

- multi-target threats, threats defined as consisting of many targets, thriving the necessary processing capacity of the sensor suite;
- many simultaneous engagements, many targets as mentioned above simultaneously engaging the frigate;
- very fast moving targets;
- low flying targets, targets flying at very low altitudes down to several meters above sea level, making optimal use of propagation phenomena as multipath and ducting;
- stealth targets, application of stealthy techniques reducing the RCS (radar cross section);
- sophisticated jamming environment, jammers with more capabilities (range gate stealers, false target generators), smaller response times and higher ERPs (Effective Radiated Powers).

To effectively encounter these threats the following features should be incorporated in the sensorsuite of the frigate:

- multi-target tracking;
- multi-target missile illumination, many simultaneous firing channels to encounter the multi target threat and simulta neous offensive engagements;
- radar operating in I/J-band for high accuracy tracking;
- large bandwidth, to reduce the effect of propagation phenomena like multipath and make optimal use of the presence of ducting conditions;
- extensive ECCM (Electronic Counter Counter Measures), in order to be resistant against highly sophisticated jammers;
- multi-function capability, integrated searching and tracking, searching for various kinds of targets (fighters, helicopters, missiles, surface vessels etc.).

Principles of an active phased array radar

Unlike conventional radar systems, a phased array radar consists of one or more antenna faces each of which consists of several thousands of T(ransmit)/R(eceive)-elements, containing a complete transmitter and receiver chain plus radiator.
The high energy radar pulse is generated in the antenna itself, unlike conventional radars where a centralised high power transmitter generates the radar pulses. Every T/R-element receives a low power RF drive-signal which is amplified in the element before radiating the signal.
The beamforms and beam directions are fully user definable by programming phaseshifters and amplifiers in the elements which gives a great flexibility

in operational use of the radar.
The concept of beamforming is based on the priciple of constructive and destructive accumulation of the transmitted signals in certain directions.
This principle is drawn in figure 1.

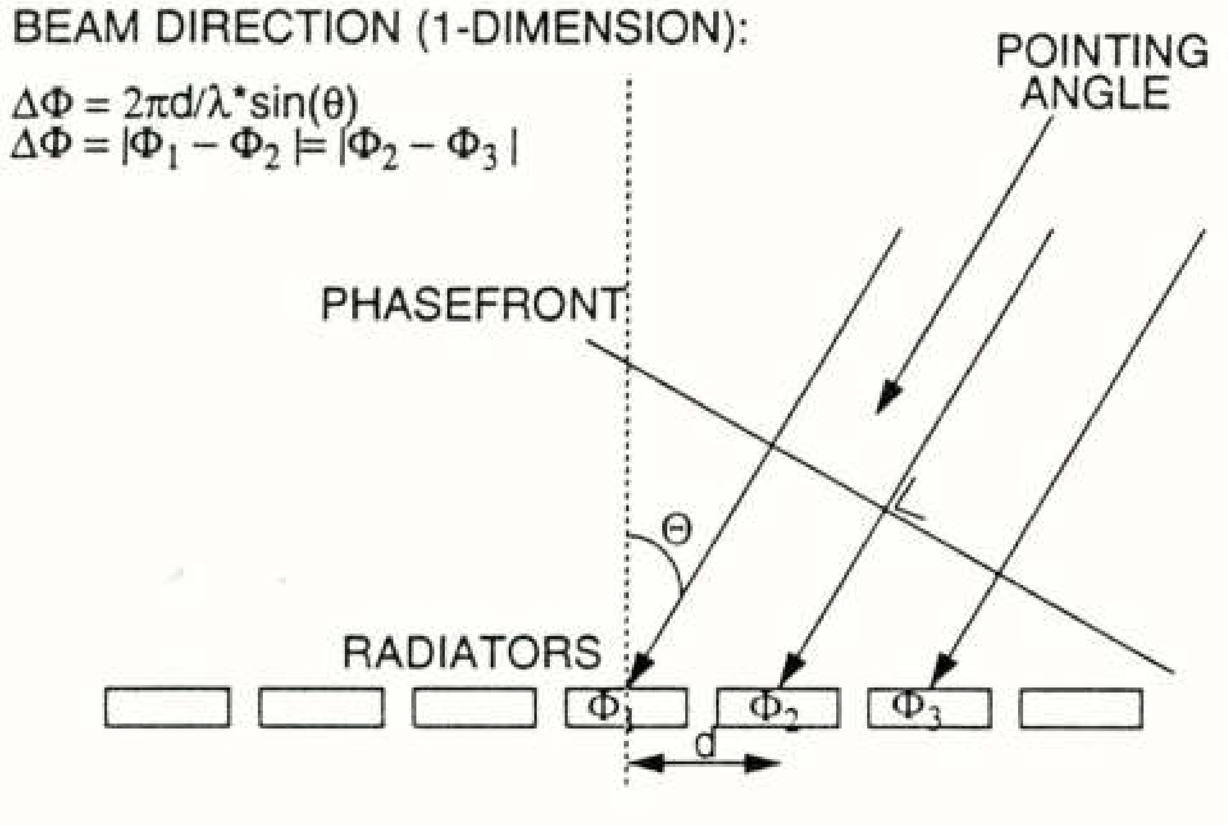


Figure 1: Principle of beamforming/steering in an array antenna

A phased array radar in principle generates small pencil beams. In order to search a volume area it is necessary to cover this volume with beams, sequentially scheduled in time.
In figure 2 an artists impression is given of how beams generated by a phased array radar would look like in space. In this figure the multifunction capability of such a radar is clearly visible: tracking several targets, engagement of incoming missile, surveillance functions.

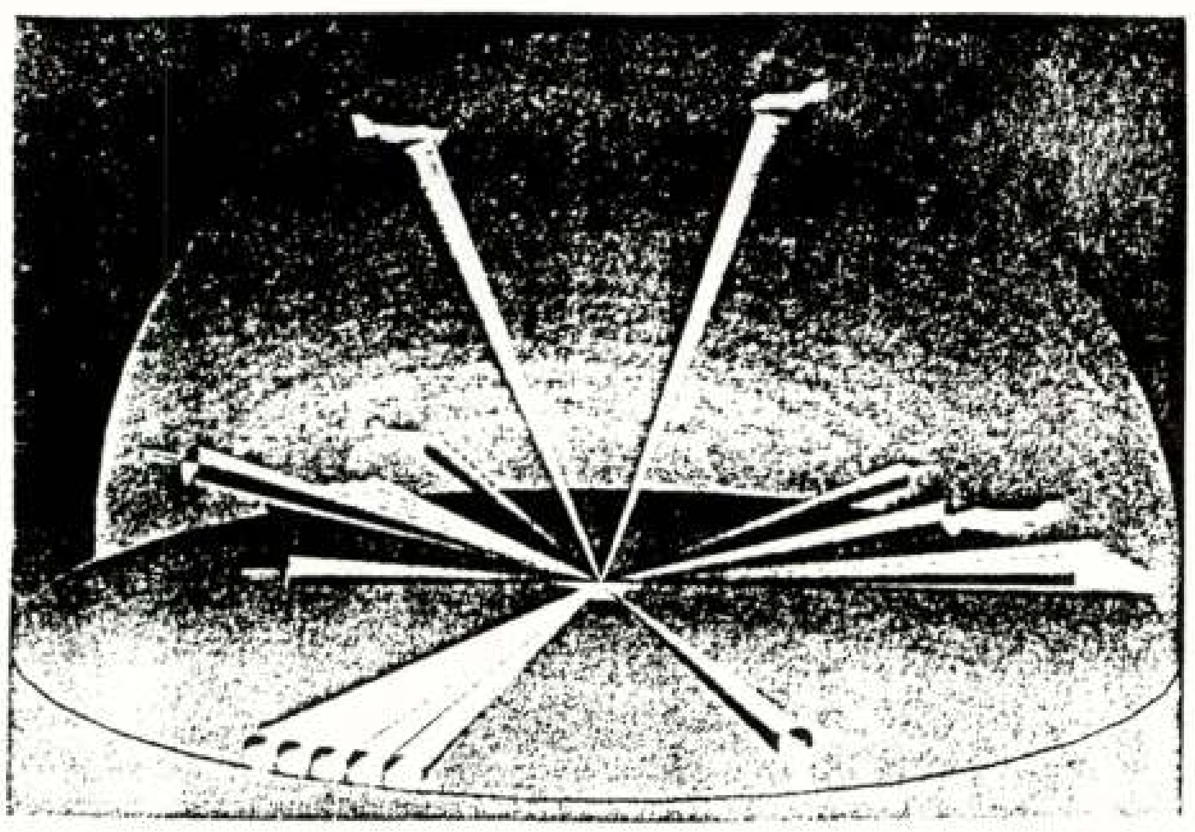


Figure 2: Artists impression of operating phased array.

In figure 3 a block schematic representation is given of what a T/R-module looks like.

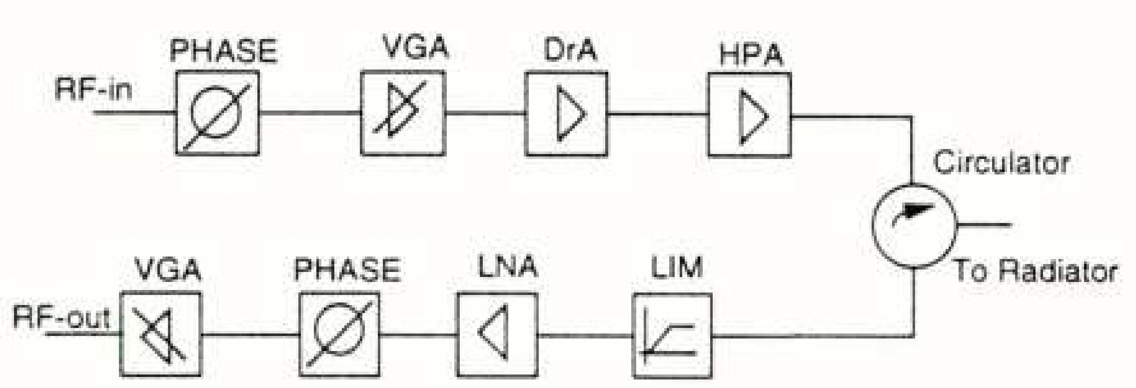


Figure 3: Block schematic representation of a T/R-module

The phase shifters are programmable as well as the Variable Gain Amplifiers (VGA). Such a phase shifter is needed for beampointing/steering.
The VGAs are used for tapering purposes in order to be able to control the sidelobes of the antenna pattern. Via several switches the RF-input drive signal is routed via the phaseshifter and the VGA. The final stages in the T/R-element are the Driver Amplifier (DrA) and the High Power Amplifier (HPA) which generate the necessary output power that is transmitted via the radiators (short waveguides in case of APAR).
On the receive path, the RF-signal enters after limiting (to prevent the T/R-module from being damaged) the low noise amplifier (LNA). The T/R-module is designed in such a way to allow for monopulse application. The EXPAR T/R-elements are grouped to quadpacks, called T/R-modules. In figure 4 a picture of this module is given.

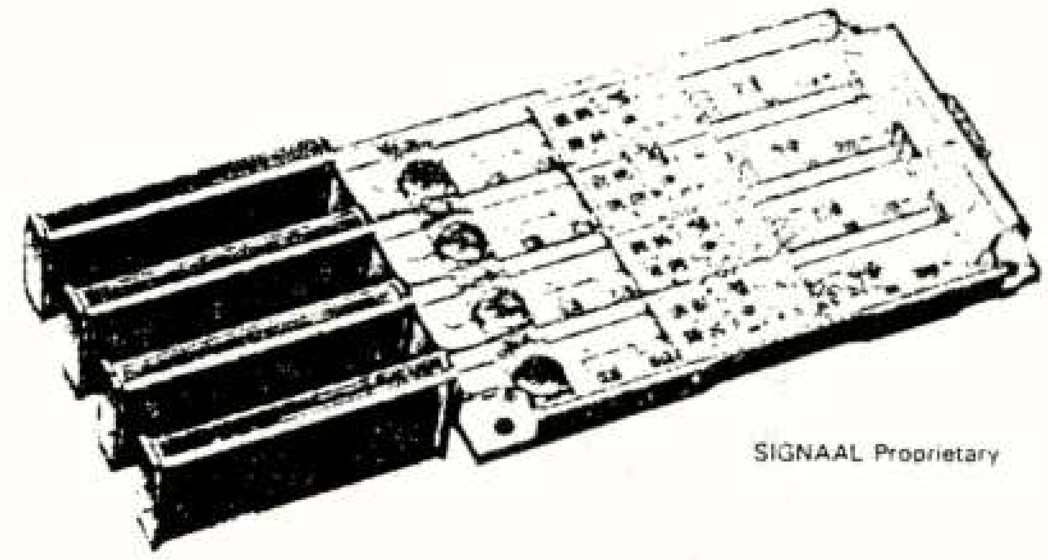
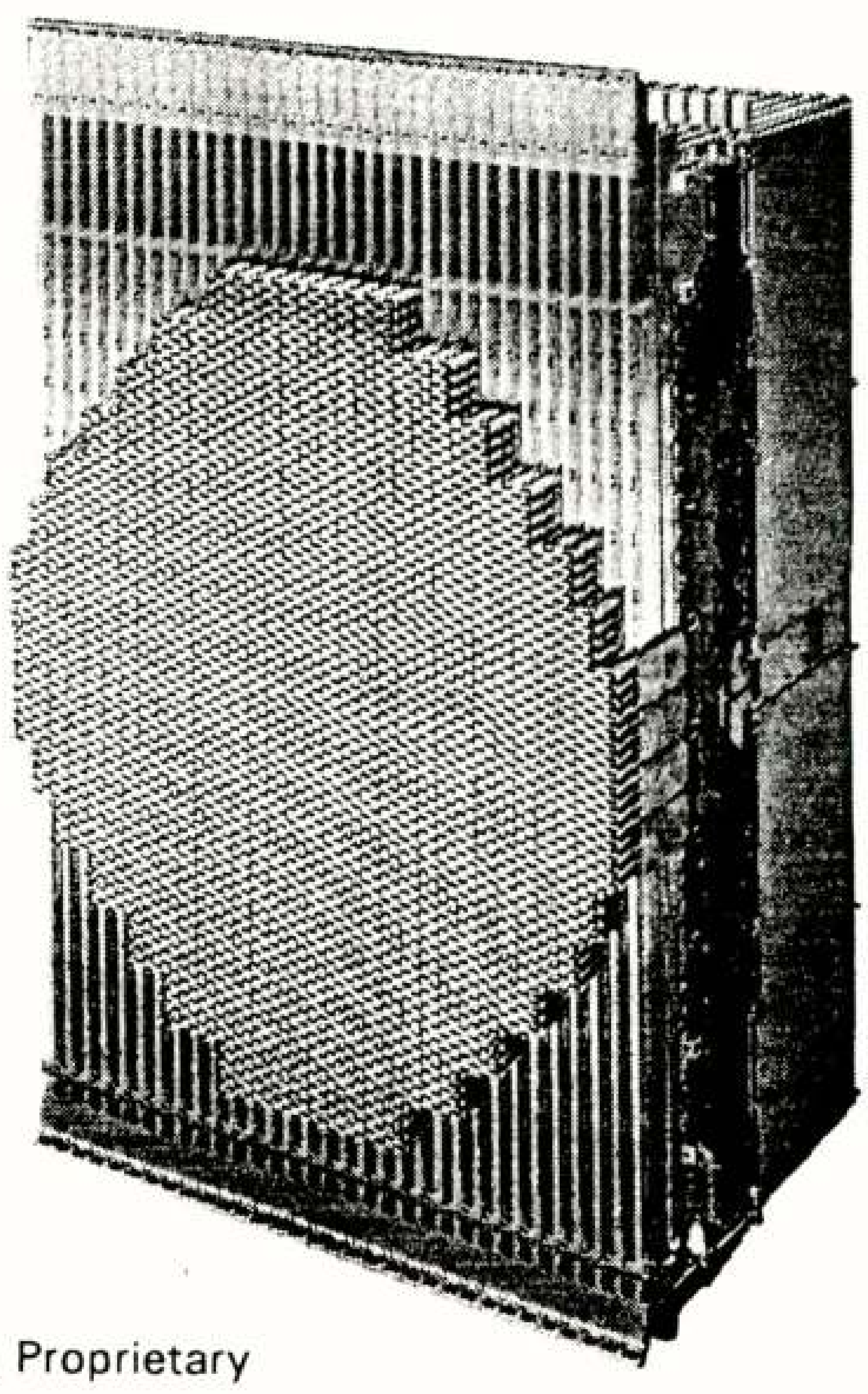


Figure 4: Picture of the EXPAR T/R-module.

The modules are combined on column assemblies which in return are combined to form the antenna face. A picture of the antenna face is found in figure 5.



SIGNAAL Proprietary

Figure 5: Picture of the APAR antenna face.

APAR system concept
The APAR is a four face active phased array radar. It consists of four parallel chains with equal functionality. The four chains are

controlled by one "supervisor".
Each chain consists of several units, each of them having a specific function in the system. In figure 6 a simplified diagram of the APAR system is given.

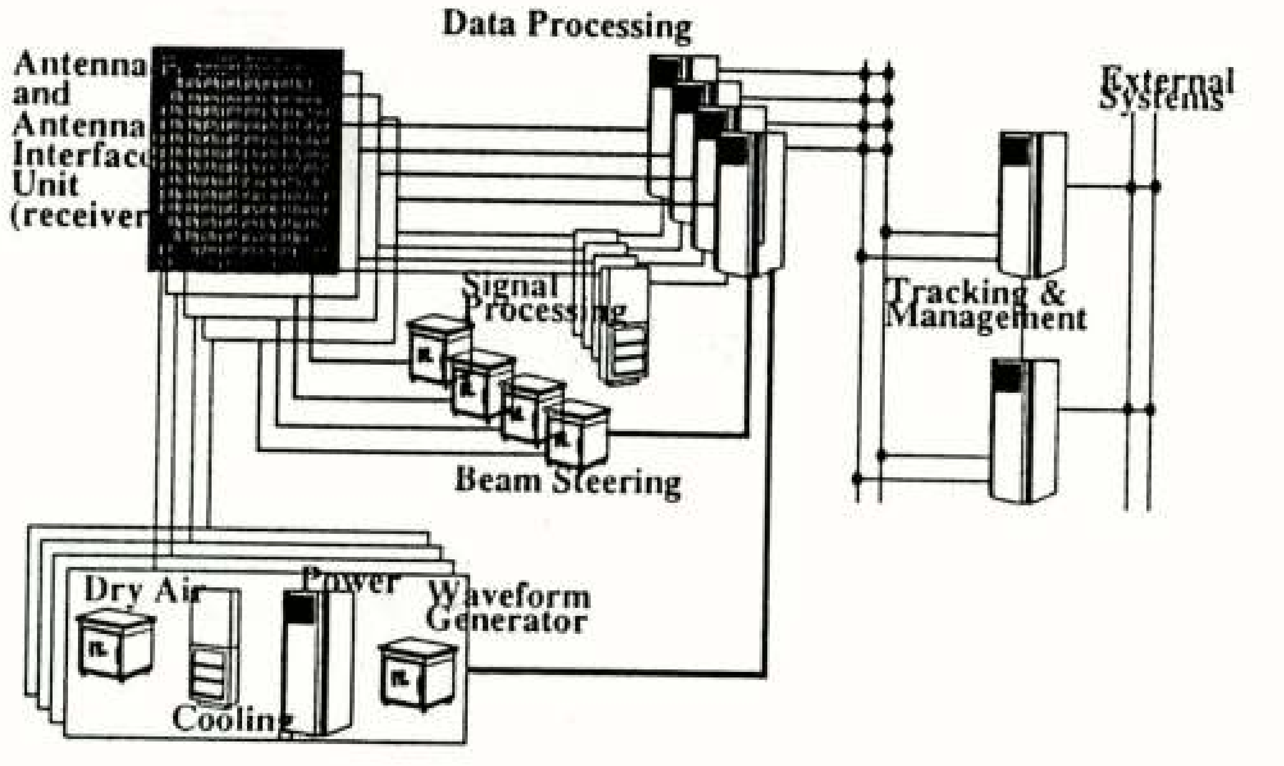


Figure 6: Simplified blockdiagram of the APAR system.

The following functions/units can be identified:

- antenna: amplifying the RF-drive signal, transmitting and receiving of RF- signals, downmixing;
- waveform generator: generation of the RF-drive signal, the actual transmitted waveform;
- beamsteering: generation of all phase shifter- and VGA-settings in order to create desired beam forms and beam directions;
- signal processing: Doppler processing, pulse compression, filtering;
- data processing: detection and clustering of hits/plots, scheduling of time and energy resources;
- power supply: supply of the high power to the antenna;
- cooling supply: cooling of the antenna;
- dry air supply: supply of dry air to the antenna to prevent condensation;
- tracking & management: supervising and management of the 4 parallel chains of APAR, track function.

The APAR program is momentarily in the preliminary design phase. It is expected that a prototype will be operational in 1997.

Voordracht gehouden tijdens de 421e werkvergadering.

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS
420e werkvergadering

UITNODIGING
voor de gezamenlijke werkvergadering van het NERG en het IEEE op woensdag 23 februari 1994 in het Aristo Zalencentrum, Vestdijk 16a, Eindhoven.

THEMA: ZAKELIJKE EN TECHNISCHE ASPECTEN BIJ HET TOEPASSEN VAN ASIC'S

Voor zakelijke succesvolle toepassingen van ASIC microelektronica moet naast de technische aspecten ook aan randvoorwaarden in termen van mensen, tijd en geld voldaan worden.
De hedendaagse techniek laat zien dat vrijwel alle denkbare elektronica geïntegreerd kan worden en dat systemen met goede prestaties met weinig componenten zijn te realiseren. Het scala aan technische mogelijkheden is zeer groot, evenals de verschillen in initiële investeringen en stuksprijs, en de daarbij behorende verschillen in doorlooptijd en in te zetten menskracht.
Gebruikers, leveranciers en sprekers uit het onderwijs zullen vanuit hun positie deze aspecten behandelen.
Tenminste één lezing zal in het Engels worden gehouden.

PROGRAMMA;

13.30-14.00 uur:	Reception and coffee
14.00-14.30 uur:	Introduction **Ir.A.T. van Zanten,** Philips Consumer Electronics, Eindhoven
14.30-15.00 uur:	Van idee tot chip: Techniek, economie en support. **Ir. H.G. Rave,** Centrum voor Micro-elektronica, Eindhoven
15.00-15.30 uur:	Turnkey design of complex ASIC products **H. Moonen,** Pijnenburg Custom Chip Products, Vught
15.30-16.00 uur:	**Tea Break**
16.00-16.30 uur:	ASIC services from NEC **F. Elsner,** NEC Electronics Benelux, Düsseldorf
16.30-17.00 uur:	Role of educations in the ralisation of ASICS **Prof.ir. M.P.J. Stevens,** TU Eindhoven
17.00-17.30 uur:	The use of ASICs in practice at a small company **Dr.ir. J.L. de Wit,** Augan, Velp
17.30-18.00 uur:	ASICs: key component in electronic systems **M.Phil. P.J.A. Naus,** Philips Consumer Electronics, Eindhoven
18.00 uur:	Closure and drinks

Aanmelding voor deze middag dient te geschieden vóór 9 februari aanstaande door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 70 cent.
Leden van NERG, IEEE en studenten hebben gratis toegang. De kosten van deelname voor niet-leden bedragen *f* 15,00. Betalingen dienen vóór 9 februari te zijn ontvangen op girorekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, postbus 39, 2260 AA Leidschendam.

Het Aristo Zalencentrum bevindt zich aan de zuidzijde van het station, op twee minuten loopafstand van de stationsuitgang.

Namens het NERG en het IEEE,
Dhr. A.T. van Zanten
Ir. P.R.J.M. Smits, programmacommissaris
tel. 070 - 332 51 12 (administratie NERG)

CARPET: EEN COMPUTERPROGRAMMA VOOR HET ANALYSEREN VAN RADARS

ir. A. G. Huizing
TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium



Summary

CARPET: A COMPUTER PROGRAM FOR THE ANALYSIS OF RADARS

CARPET is a user friendly computer program that can alleviate the difficult task of analysing the performance of surface-based radar systems. Empirical and theoretical models of the radar and its interaction with the environment are used to calculate the detection performance as a function of the radar parameters and the environmental conditions.

Inleiding

Van alle nieuwe wapens en technologieën die tijdens de oorlog in de Perzische Golf zijn ingezet heeft de F-117 'Nighthawk' jachtbommenwerper een groot deel van de publieke aandacht opgeëist vanwege de claim dat het toestel onzichtbaar zou zijn voor radarsystemen. Zoals gebruikelijk bevat ook de legende van het onzichtbare 'stealth' vliegtuig een kern van waarheid: de afstand waarop een F-117 voor het eerst zichtbaar is voor een radar is een stuk kleiner (een factor 2 à 3) dan de afstand waarop een conventionele jachtbommenwerper zoals een Tornado voor het eerst kan worden waargenomen. Deze reductie in de detectieafstand is het gevolg van de toepassing van radarabsorberende materialen en een exotische vormgeving die de radarreflecties in de richting van de radarzender minimaliseert. Hoewel deze reductie in het radarreflecterend oppervlak (radardoorsnede) bij de F-117 duidelijk ten koste is gegaan van de aerodynamische eigenschappen biedt de toepassing van stealth technieken belangrijke voordelen bij het omzeilen van luchtverdedigingssystemen. Een andere manier om de detectie door een luchtverdedigingsradar te bemoeilijken is het vliegen op lage hoogte zoals werd aangetoond door de vlucht van Mathias Rust naar het Rode Plein in Moskou. Over het algemeen zijn het echter niet vliegtuigen maar raketten die luchtverdedigingsradars voor de grootste problemen stellen. Door het kleine frontale oppervlak is de radardoorsnede zonder toepassing van stealth technieken vaak een stuk kleiner dan de radardoorsnede van vliegtuigen en kunnen ze op een kleinere hoogte boven het aardoppervlak vliegen. Voorbeelden van dergelijke raketten zijn de Exocet anti-scheepsraket en de Tomahawk kruisraket.

Het zal duidelijk zijn dat de effectieve verdediging van een luchtruim met een radarsysteem tegen een aanval van raketten of stealth vliegtuigen geen eenvoudige opgave is. De kleine echo van dergelijke luchtdoelen moeten worden opgespoord temidden van thermische ruis, stoorsignalen en sterke reflecties van het aardoppervlak (land- of zeeclutter) of regenbuien (regenclutter). Een groter zendvermogen of een gevoeligere ontvanger helpen in dit geval niet om de detectieafstand te vergroten omdat deze maatregelen de verhouding tussen het doelsignaal en de clutter niet verbeteren. Voor de detectie van luchtdoelen met een kleine radardoorsnede is het noodzakelijk om gebruik te maken van het Dopplereffect. De Dopplerfrequentie van een echo is evenredig met de radiale snelheid van het betreffende object. Door filtering van de Dopplerfrequenties in de ontvanger van een puls-Doppler-radar kan de signaal-clutterverhouding voor bewegende doelen sterk verbeterd worden en daarmee de detectieprestaties van de radar. Het gebruik van Dopplerprocessing stelt wel eisen aan de radar die zwaarder worden naarmate de radardoorsnede van luchtdoelen kleiner wordt. Deze eisen betreffen in het bijzonder de stabiliteit van het uitgezonden radarsignaal en het dynamisch bereik van de radarontvanger.

Het ontwerpen en analyseren van een radar die in staat is bij te dragen aan een effectieve luchtverdediging is een gecompliceerd proces door de wisselwerking van een groot aantal subsystemen en de interactie met een gecompliceerde omgeving. Kennis en ervaring op een groot aantal vakgebieden is nodig om tot een succesvol resultaat te komen. Om deze moeilijke taak te verlichten is op het TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium (TNO-FEL) het computerprogramma CARPET (Computer Aided Radar Performance Evaluation Tool) ontwikkeld waarmee de detectieprestaties van een radar kunnen worden geanalyseerd. CARPET is een gebruikersvriendelijk programma dat draait op IBM-compatibele personal computers. De parameters van de radar en de omgeving die een rol spelen in de berekening van de detectieprestaties kunnen op een eenvoudige wijze worden veranderd door de gebruiker. De resultaten van de berekeningen worden grafisch weergeven op het beeldscherm en kunnen in een plotfile worden opgeslagen voor later gebruik in rapporten of artikelen. CARPET is verkrijgbaar bij de Amerikaanse uitgever Artech House [1].

In dit artikel wordt in het kort toegelicht hoe CARPET de detectieprestaties van een radar berekent. Een voorbeeld van een maritieme luchtverdedigingsradar illustreert welke factoren een rol spelen bij de detectie van luchtdoelen en hoe CARPET kan worden gebruikt om de eisen aan de fasestabiliteit van de radarzender vast te stellen.

Analyse methode

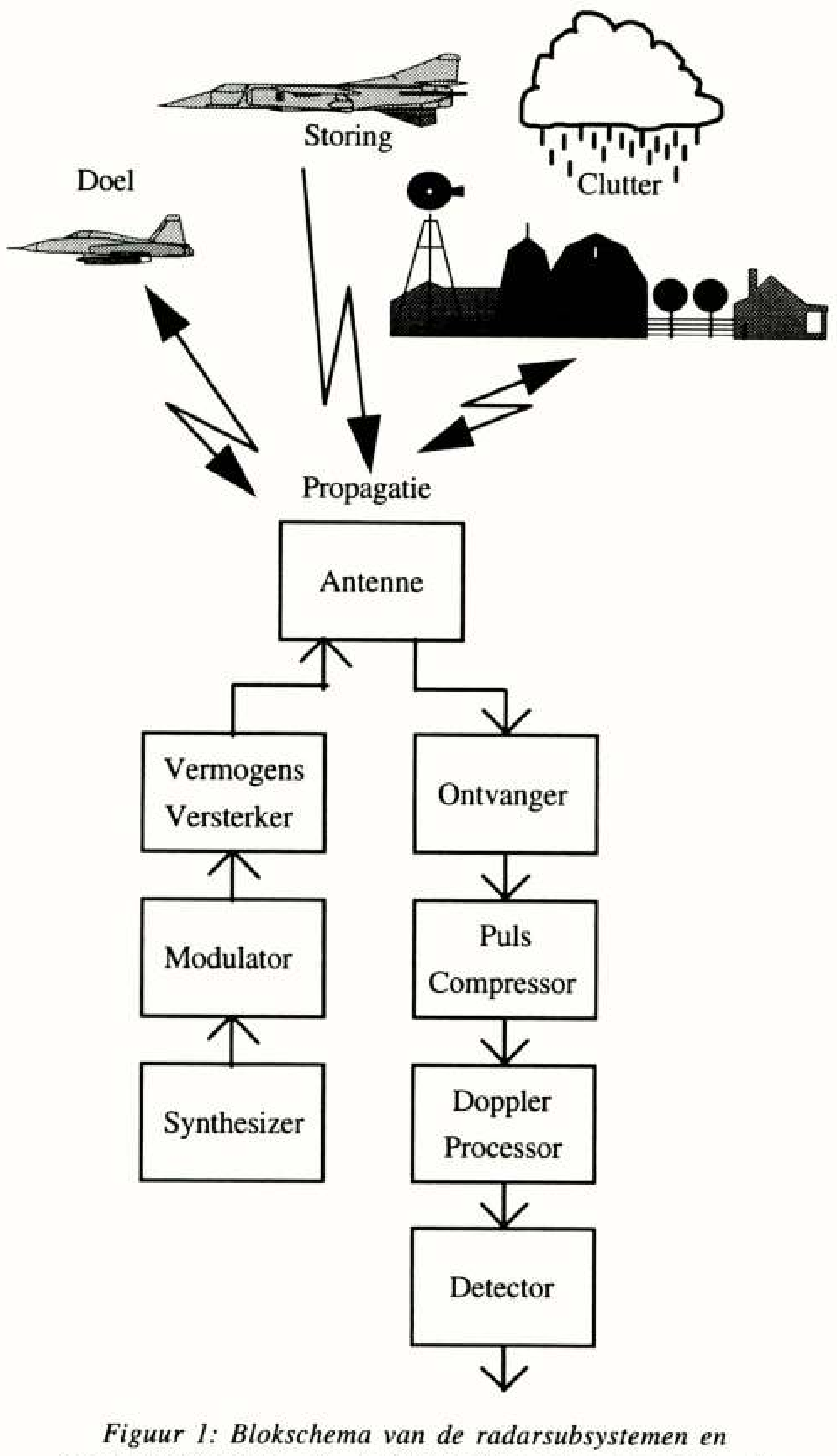
Voor het analyseren van de prestaties van een radarsysteem kunnen twee principieel verschillende methoden worden gekozen: een stochastische en een deterministische methode. De stochastische methode genereert volgens het Monte Carlo principe een aantal realisaties van de thermische ruis, storing, clutter en het doelsignaal op basis van de kansdichtheidsfuncties van de betreffende signalen. De verwerking van dit gesimuleerde radarsignaal vindt op dezelfde wijze plaats als de verwerking van een echt radarsignaal. De gevolgen van fluctuaties in het radarsignaal, effecten van niet-lineaire ontvangerkarakteristieken en signaalverwerking op de detectieprestaties kunnen hiermee goed worden beoordeeld. Het nadeel van de stochastische methode is echter de grote hoeveelheid rekenwerk die nodig is om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de gemiddelde detectieprestaties van een radarsysteem.

De deterministische methode is gebaseerd op de berekening van gemiddelde vermogens van de thermische ruis, storing, clutter en het doelsignaal. De gevolgen van fluctuaties in het radarsignaal en niet-lineariteiten in de radarontvanger en signaalverwerking zijn niet op

een eenvoudige wijze in de deterministische methode te vatten. Het grote voordeel van de deterministische aanpak ten opzichte van de stochastische methode is echter de betrekkelijk geringe hoeveelheid rekenwerk waarmee een indruk gekregen kan worden van de radarprestaties. Vanwege dit voordeel maakt CARPET gebruik van de deterministische methode voor het analyseren van de radarprestaties.

BEREKENING VAN DE DETECTIEKANS

Figuur 1 illustreert een eenvoudig blokschema van de radarsubsystemen en omgevingsfactoren die in CARPET worden gemodelleerd bij het berekenen van de detectiekans van een doel. De eerste stap bij het bepalen van de detectiekans is het berekenen van de verhouding van het vermogen van het doelsignaal en het vermogen van de interferentie. Een altijd aanwezige component in het interfererende signaal is de thermische ruis; andere componenten kunnen naar believen worden toegevoegd: clutter van het aardoppervlak (zee of land), volumeclutter (regen of chaff) en ruisstoring. Na berekening van de signaal-interferentieverhouding kan met het fluctuatiemodel van het doel (Swerling 0, 1, 2, 3, of 4) en de loos-alarmkans de detectiekans van het doel worden berekend. Deze kans zal in het algemeen afhangen van de afstand, de hoogte en de radiale snelheid van het doel.



Figuur 1: Blokschema van de radarsubsystemen en omgevingsfactoren die in CARPET worden gemodelleerd.

Het vermogen van het doel wordt volgens de radarvergelijking berekend uit het gemiddelde zendvermogen, de antenneversterking in de richting van het doel, de coherente integratiewinst van het Dopplerfilter, de propagatiefactor, de golflengte, de radardoorsnede van het doel, de afstand van het doel, het systeemruisgetal en de systeemverliezen. De propagatiefactor verdisconteert de invloed van de meerwegsvoortplanting, atmosferische demping en de hoogte van een evaporation of surface-based duct. CARPET berekent de propagatiefactor volgens het EREPS model [2].

Het vermogen dat afkomstig is van reflecties van het aardoppervlak (zee- of landclutter) wordt evenals het vermogen van het doelsignaal bepaald met de radarvergelijking. De enige termen in de radarvergelijking die moeten worden aangepast zijn de afstand, de antenneversterking en de radardoorsnede. De afstand van de clutter is gelijk aan de schijnbare afstand van het doel, d.w.z. de doelafstand modulo de ondubbelzinnige afstand die evenredig is met het pulsherhalingsinterval. De antenneversterking wordt bepaald door de hoogte van de radarantenne en de afstand van de oppervlakteclutter (hieruit volgt de elevatie) en het antennepatroon in het elevatievlak.

De radardoorsnede van de oppervlakteclutter wordt berekend uit de bundelbreedte in azimut en de reflectiviteit van het aardoppervlak. De reflectiviteit in een landomgeving wordt door de gebruiker gespecificeerd. Op zee wordt de reflectiviteit berekend met behulp van het model dat is ontwikkeld door het Georgia Institute of Technology (GIT) [3]. Het GIT-model geeft de reflectiviteit van zeeclutter als functie van de golflengte, de polarisatie, de invalshoek, de sea state en de richting van de wind. Op afstanden voorbij de radarhorizon is de reflectiviteit van de zeeclutter in het GIT-model gelijk aan nul. In de praktijk is de zeeclutter voorbij de radarhorizon echter niet verwaarloosbaar als er een evaporation duct of een surface-based duct aanwezig is. In CARPET wordt de invloed van een evaporation duct op de reflectiviteit van zeeclutter gemodelleerd door de invalshoek voorbij de radarhorizon niet te reduceren tot nul maar tot een kleine waarde die afhangt van de hoogte van de evaporation duct.

Het residu van de oppervlakteclutter na Dopplerfiltering wordt berekend door convolutie van het cluttersignaal en de overdrachtsfunctie van het Dopplerfilter waarin het doelsignaal het sterkste is. Het spectrum van de oppervlakteclutter is gemodelleerd met een Gaussische kromme waarvan de breedte evenredig is met de windsnelheid. CARPET kan ook de invloed van de rotatie van de antenne en de faseruis van het uitgezonden radarsignaal op het clutterspectrum verdisconteren. Voor het Dopplerfilter kunnen een aantal verschillende overdrachtsfuncties worden gekozen: een twee- of drie-pulscanceller of een Dopplerfilter met een Hamming, Hanning, Blackman of uniforme weging.

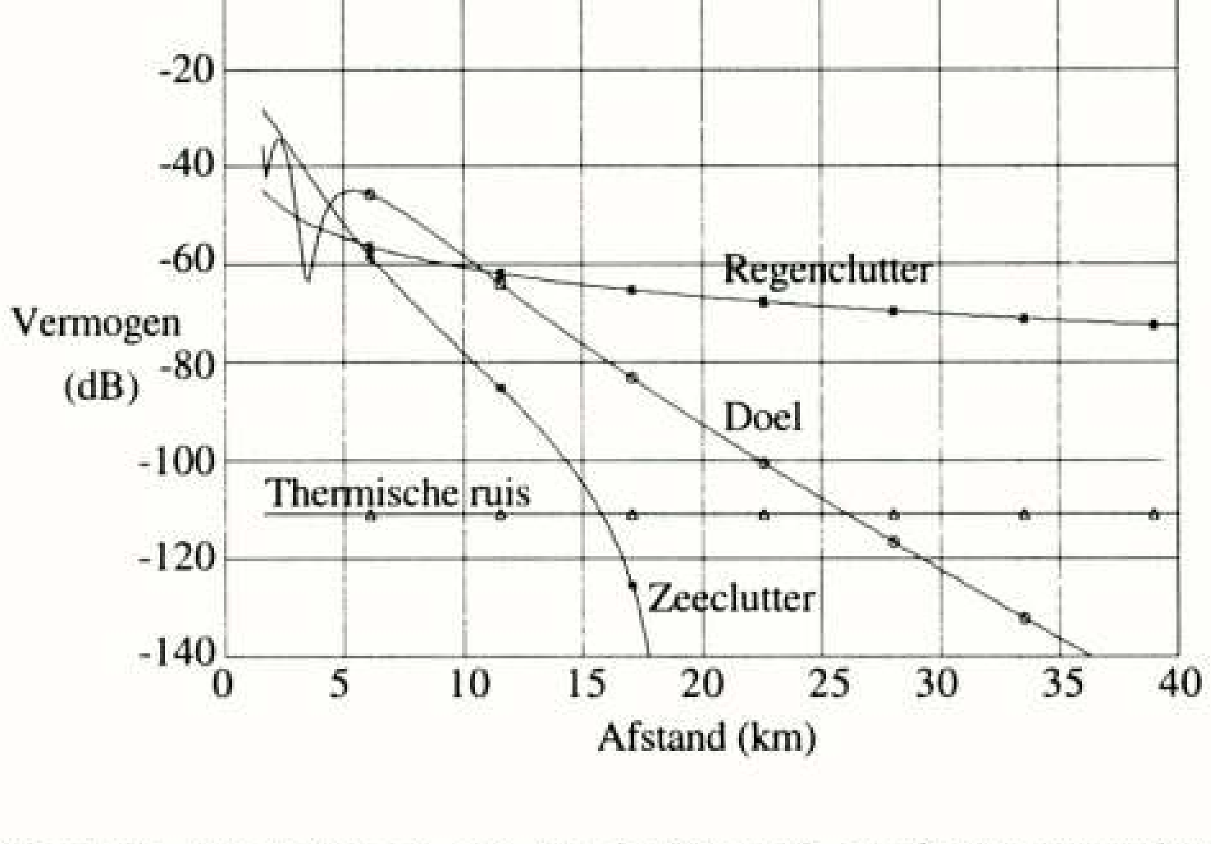
De radardoorsnede van volumeclutter (regen of chaff) wordt berekend uit de bundelbreedte van de antenne in azimut en elevatie en de reflectiviteit van de regen of chaff. De reflectiviteit van de regen is evenredig met de regenintensiteit verheven tot de macht 1.6; voor chaff is de reflectiviteit evenredig met de dichtheid. Het residu van de volumeclutter na Dopplerfiltering wordt op dezelfde manier berekend als het residu van de oppervlakteclutter. Het spectrum van de volumeclutter is gemodelleerd met een Gaussische kromme waarvan de gemiddelde snelheid evenredig is met de windsnelheid; de breedte van het spectrum wordt bepaald door een (constante) turbulentie-

bijdrage en een bijdrage van de spreiding van de windsnelheid (wind shear) die groter wordt naarmate de afstand tot de radar toeneemt. Het vermogen van de thermische ruis is evenredig met het systeemruisgetal en de momentane bandbreedte van de radar. Het spectrum van de thermische ruis is wit. Het vermogen dat ontvangen wordt van een ruisstoorzender wordt bepaald door het effectief uitgestraalde stoorvermogen, de bandbreedte van de stoorzender en de radar, de afstand van de stoorzender tot de radar en het zijlusniveau van de antenne in azimut. Het spectrum van de storing is wit.

EEN MARITIEME LUCHTVERDEDIGINGSRADAR

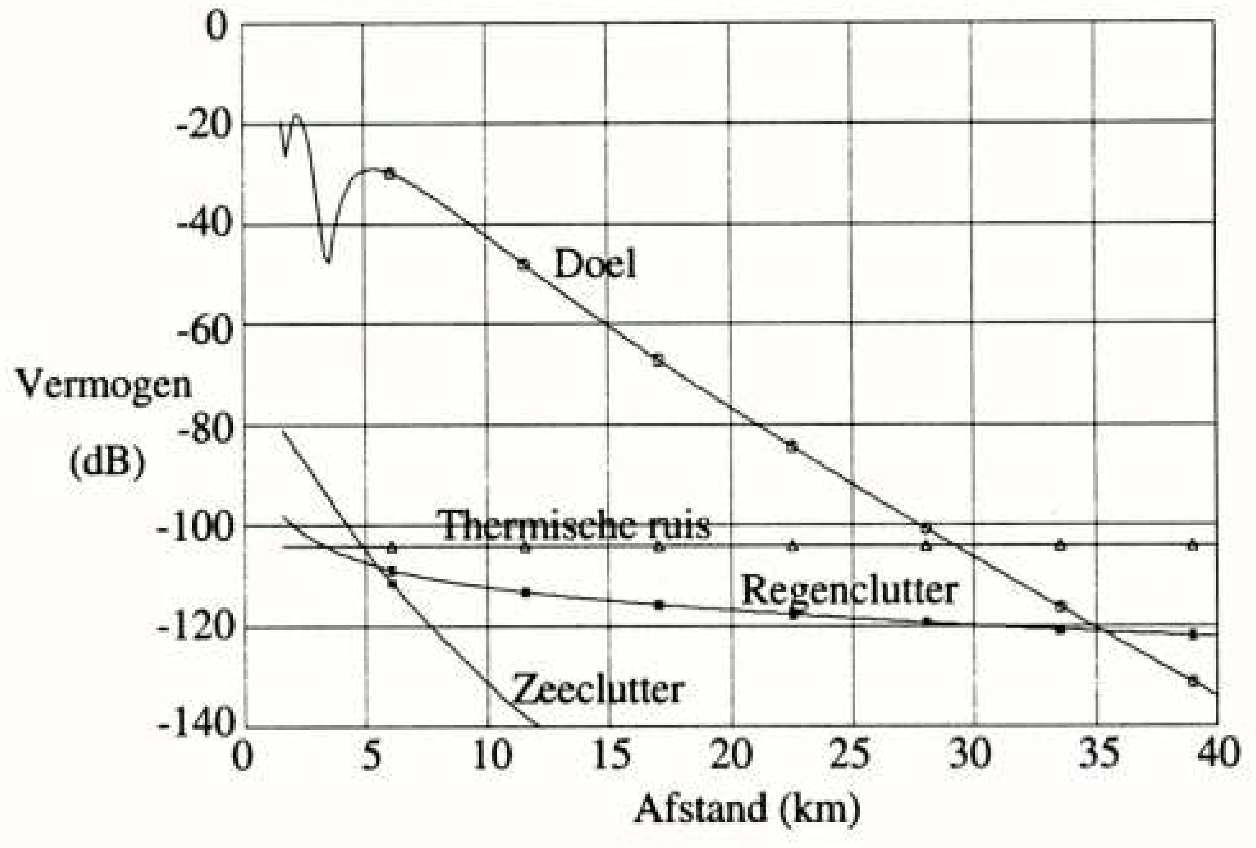
Ter illustratie van de mogelijkheden van CARPET volgt nu een korte analyse van de detectieprestaties van een maritieme luchtverdedigingsradar. Gevraagd wordt van een denkbeeldige radar de afstand te berekenen waarop een raket kan worden gedetecteerd die met een snelheid van 320 m/s in de richting van de radar vliegt op een hoogte van 8 meter boven het zeeoppervlak. De raket heeft een radardoorsnede van 0.1 m^2. De raket moet worden gedetecteerd tijdens een regenbui met een intensiteit van 4 mm per uur in de afwezigheid van een evaporation duct. De radar heeft een piekvermogen van 50 kW, een pulslengte van 10 μs, een zendfrequentie van 3.3 Ghz en een pulsherhalingsfrequentie van 2 kHz. De antenne op een hoogte van 20 m heeft een versterking van 36 dB, een $cosec^2$-antennepatroon in het elevatievlak en een bundelbreedte van 2° in azimut en 3° in elevatie. De pulscompressor comprimeert de echo's tot een lengte van 1 μs en de Dopplerprocessor (een bank met banddoorlaatfilters) integreert de echo's van 16 opeenvolgende pulsen op coherente wijze. De detectiedrempel is ingesteld op een waarde die leidt tot een loos-alarmkans van 10^{-6}.

Figuur 2 laat de vermogens zien aan de uitgang van de pulscompressor (voor Dopplerprocessing) van het doel, de thermische ruis, de zeeclutter en de regenclutter. Naarmate het doel dichter bij de radar komt neemt het vermogen snel toe tot een afstand van 5 km waarop een afname te zien is die wordt veroorzaakt door destructieve interferentie van het direct ontvangen doelsignaal en het doelsignaal dat wordt gereflecteerd door het zeeoppervlak (multipad). Het vermogen van de zeeclutter dicht bij de radar is groter dan het vermogen van het doelsignaal maar neemt snel af naarmate de afstand tot de radar toeneemt. De regenclutter is juist op grotere afstanden sterker dan het doelsignaal en verhindert daarmee de detectie van het doel.



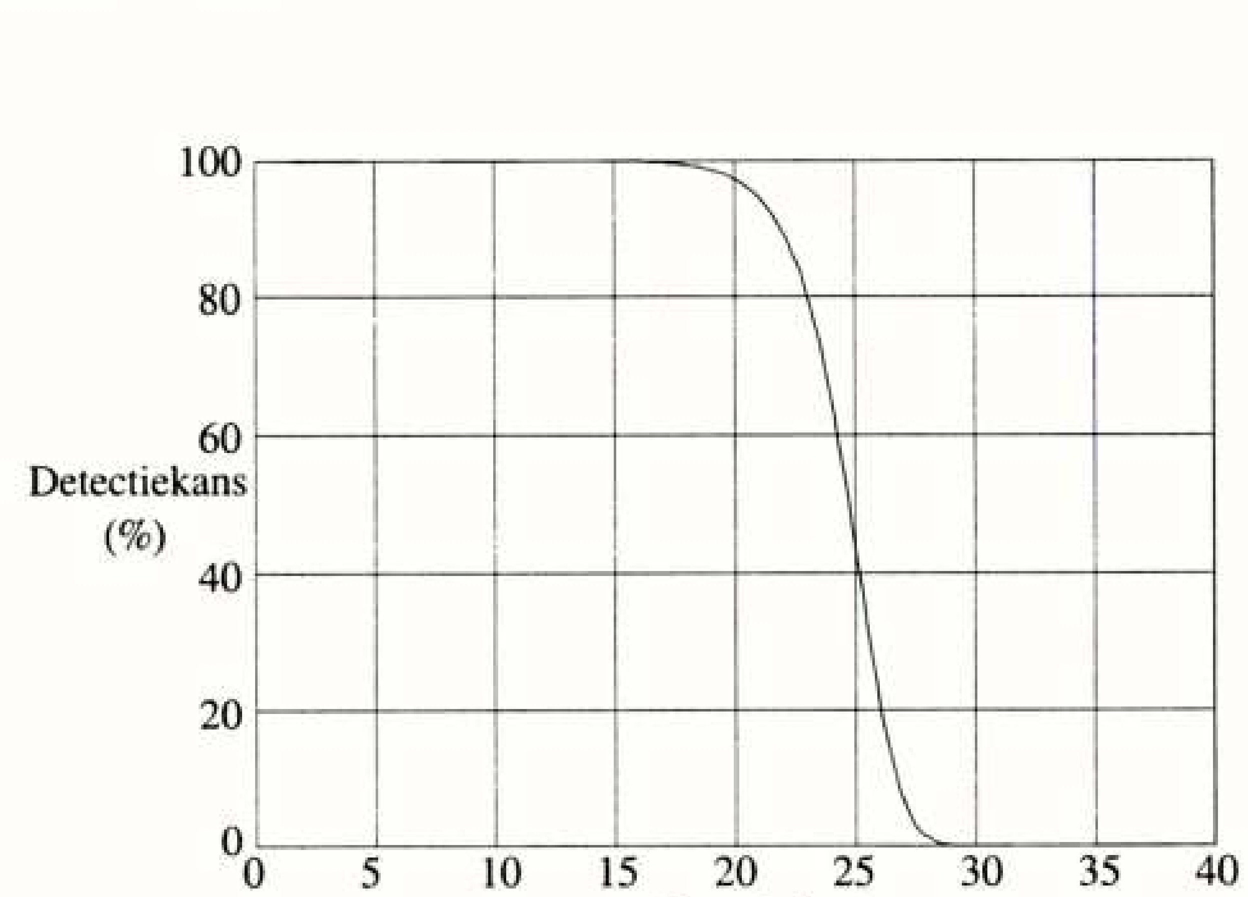
Figuur 2: Het vermogen van het doelsignaal, zeeclutter, regenclutter en thermische ruis vóór Dopplerprocessing als functie van de doelafstand.

Na Dopplerprocessing is de verhouding tussen het vermogen van het doel en de interferentie dramatisch verbeterd zoals te zien is in figuur 3. De echo's van het doel worden door het Dopplerfilter constructief bij elkaar opgeteld terwijl de zee- en regenclutter door de zijlussen van het Dopplerfilter juist wordt verzwakt tot onder het niveau van de thermische ruis



Figuur 3: Het vermogen van het doelsignaal, zeeclutter, regenclutter en thermische ruis na Dopplerprocessing als functie van de doelafstand.

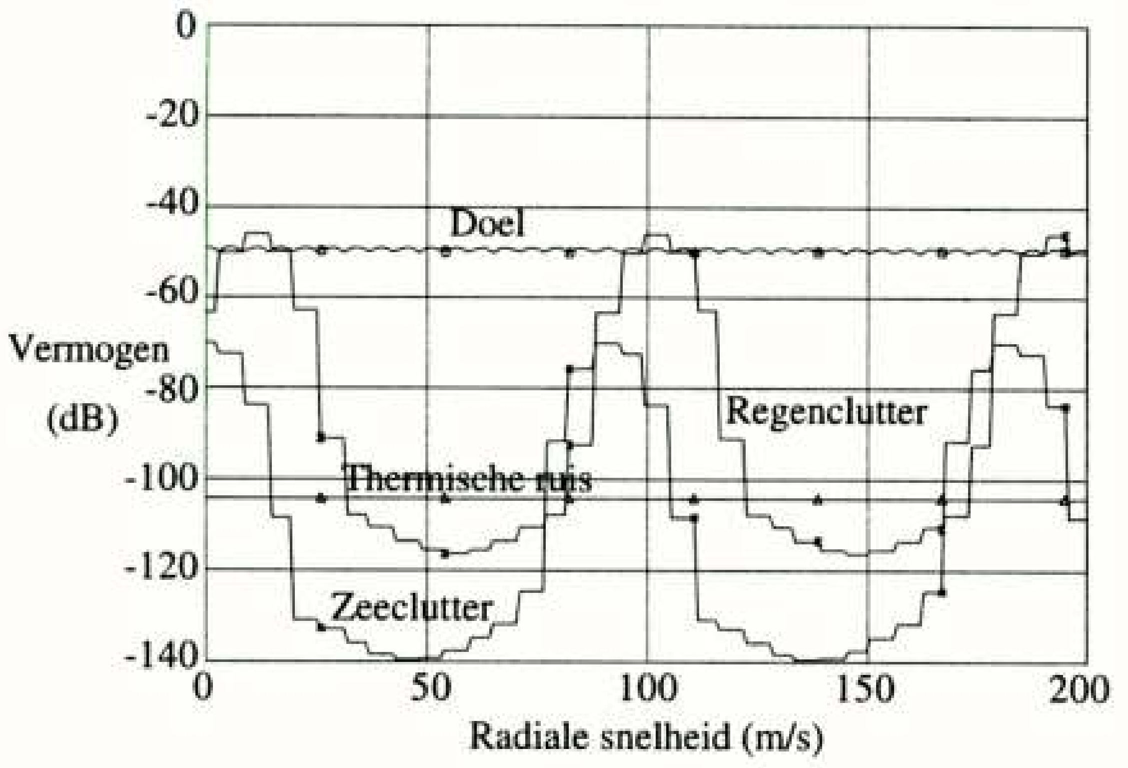
Uit de verhouding van het vermogen van het doelsignaal en het vermogen van de interferentie, het fluctuatiemodel van het doelsignaal en de loos-alarmkans kan de detectiekans worden berekend. Figuur 4 laat de detectiekans zien als functie van de afstand van het doel tot de radar voor een Swerling 1 fluctuatiemodel en een loos-alarmkans van 10^{-6}. Op een afstand van 23 km is de detectiekans gelijk aan 80%.



Figuur 4: De detectiekans van een doel na Dopplerprocessing als functie van de doelafstand.

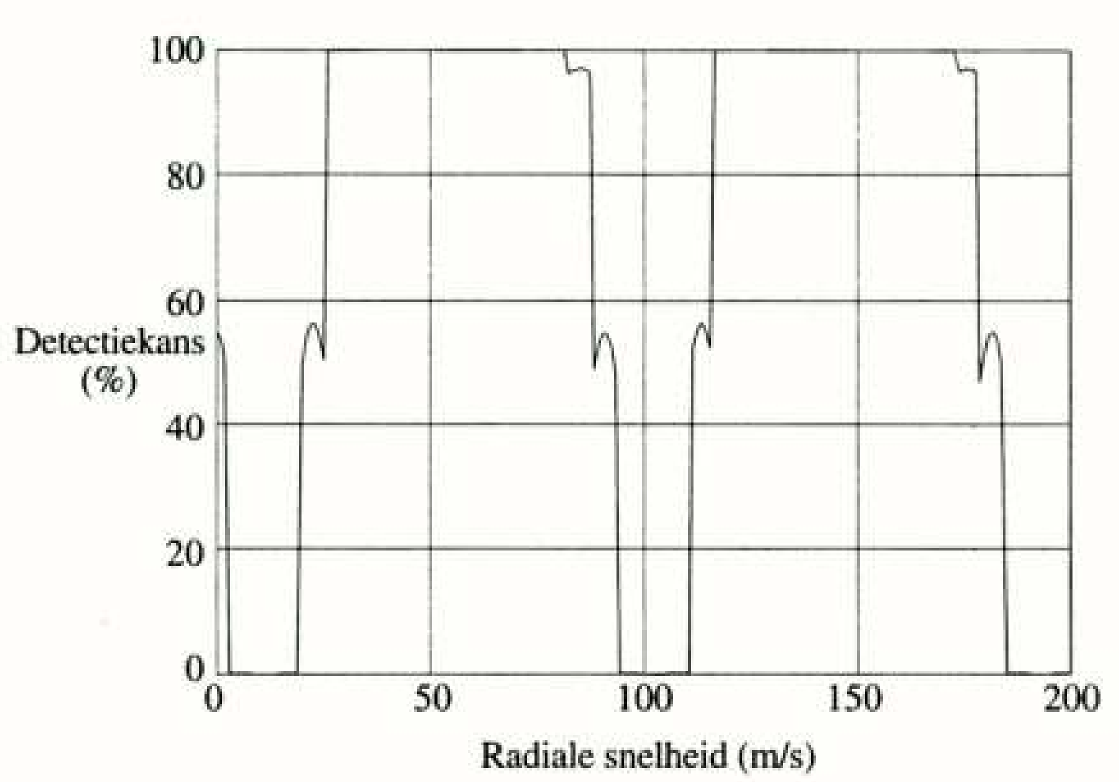
Uit het voorgaande voorbeeld is gebleken hoe effectief Dopplerprocessing is in het onderdrukken van clutter. Door het pulsvormige karakter van het radarsignaal worden echter snelheidsdubbelzinnigheden geïntroduceerd, d.w.z. dat twee echo's met een radiaal snelheidsverschil gelijk aan een geheel aantal malen de dubbelzinnige snelheid niet op basis van hun Dopplerfrequentie te scheiden zijn. De dubbelzinnige snelheid is evenredig met de pulsherhalingsfrequentie en de golflengte. Voor een pulstrein met een pulsherhalingsfrequentie van 2 kHz en een zendfrequentie van 3.3 GHz (golflengte 9.09 cm) is de

dubbelzinnige snelheid gelijk aan 90.9 m/s. Het gevolg van de dubbelzinnigheid in de radiale snelheidsmeting is dat stationaire of langzaam bewegende clutter het signaal van snelle doelen kan maskeren. Dit verschijnsel wordt duidelijk geïllustreerd in figuur 5 waarin het vermogen van het doelsignaal, de zee- en regenclutter en de thermische ruis is weergegeven als functie van de radiale snelheid van het doel.



Figuur 5: Het vermogen van een doel, zeeclutter, regenclutter en thermische ruis na Dopplerprocessing als functie van de radiale doelsnelheid.

Het vermogen van de thermische ruis is constant door het witte ruisspectrum. Het vermogen van het doelsignaal na Dopplerprocessing is min of meer constant doordat telkens het Dopplerfilter wordt geselecteerd met het sterkste doelsignaal aan de uitgang. De kleine variaties in het vermogen van het doelsignaal worden veroorzaakt door de niet-constante overdrachtsfunctie van het Dopplerfilter in de doorlaatband. De 16 Dopplerfilters (gelijk aan het aantal uitgezonden pulsen) zijn gecentreerd op radiale snelheden die uniform verdeeld zijn in het interval van 0 m/s tot de dubbelzinnige snelheid van 90.9 m/s. Het signaal van doelen met een radiale snelheid kleiner dan 0 m/s of groter dan 90.9 m/s is het sterkst in het filter dat gecentreerd is op de radiale snelheid modulo de dubbelzinnige snelheid. Als de radiale snelheid van het doel verandert wordt een ander Dopplerfilter geselecteerd en daarmee verandert ook het vermogen van de clutter waarmee het doelsignaal moet concurreren. Voor zeeclutter is het vermogen maximaal in het filter dat gecentreerd is op een radiale snelheid van 0 m/s. Omdat de regenbui beweegt met de windsnelheid is de regenclutter het sterkst in het filter dat gecentreerd is op de windsnelheid van 10 m/s.

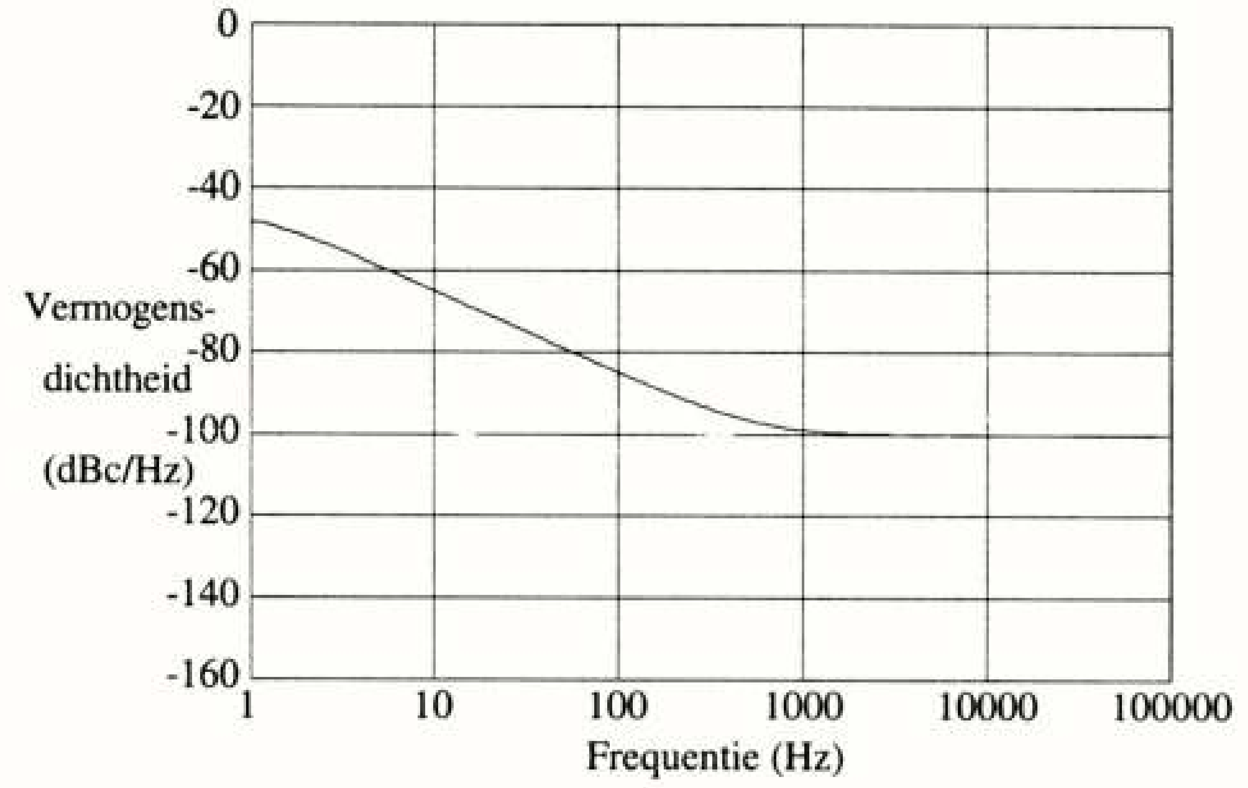


Figuur 6: Detectiekans van een doel na Dopplerprocessing als functie van de radiale snelheid.

Figuur 6 laat de detectiekans van het doel zien als functie van de radiale snelheid. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat er sprake is van blinde snelheden d.w.z. dat de detectiekans voor doelen met bepaalde radiale snelheden gelijk is aan nul. Dit probleem kan op een aantal manieren opgelost worden. Tegenwoordig wordt meestal een golfvorm toegepast met een aantal pulstreinen die elk een verschillende pulsherhalingsfrequentie en zendfrequentie hebben. Hierdoor verschuiven de blinde snelheden van pulstrein tot pulstrein waardoor de totale detectiekans min of meer onafhankelijk wordt van de radiale snelheid.

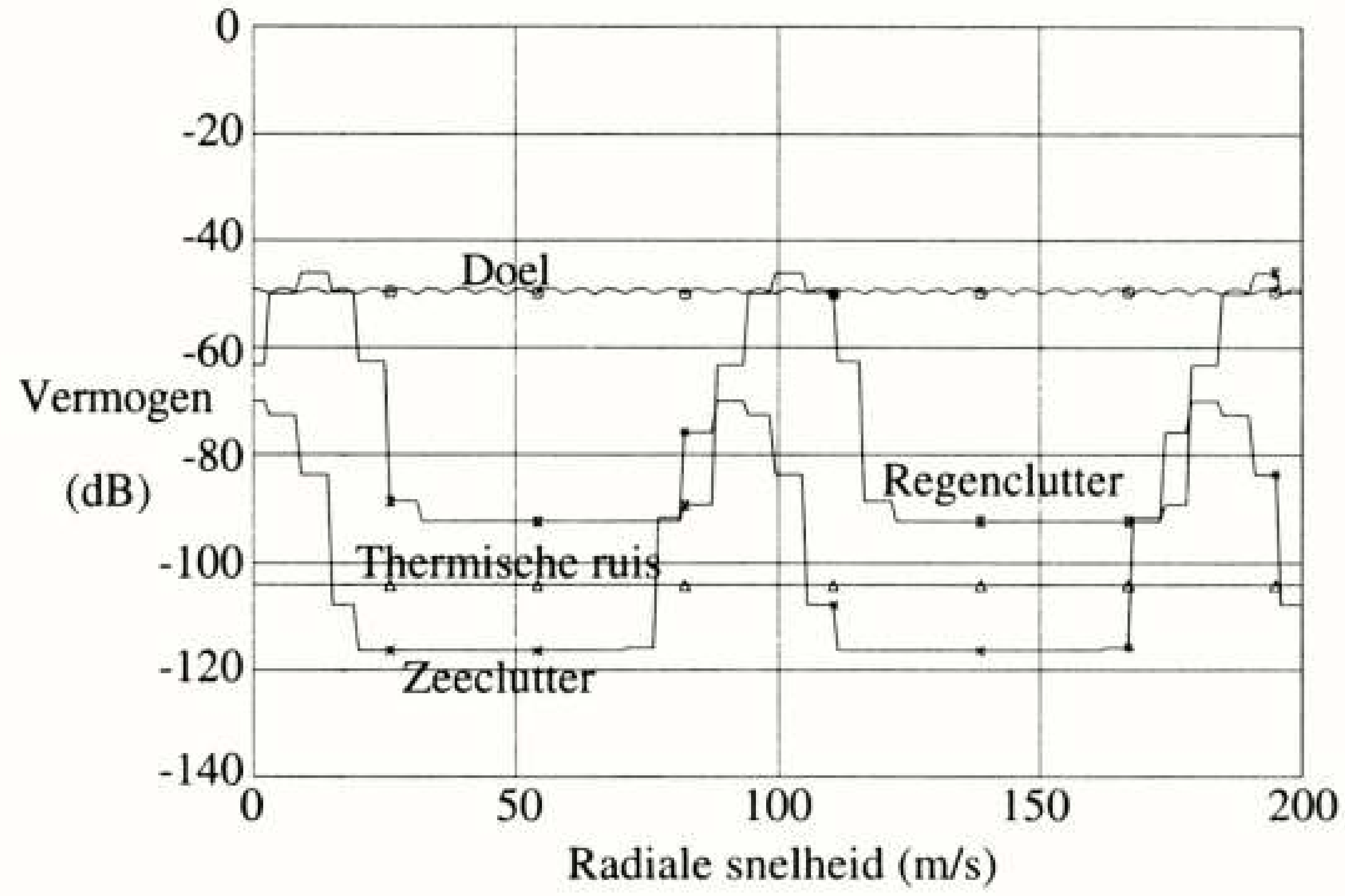
DE INVLOED VAN FASERUIS

De detectie van doelen met een kleine radardoorsnede in clutter vereist een zeer stabiel zendsignaal en een groot dynamisch bereik in de ontvanger. Faseinstabiliteiten in het zendsignaal leiden tot een verbreding van het clutterspectrum en daarmee tot een geringere onderdrukking van clutter. CARPET maakt het mogelijk de invloed van de faseruis van een synthesizer op de detectiekans te berekenen. Het faseruisspectrum is gemodelleerd als de som van gekleurde faseruis met een 20 dB/decade helling dicht bij de draaggolf en faseruis met een wit spectrum. Het vermogen en de afsnijfrequentie van de gekleurde ruis en de vermogensdichtheid van de faseruis kunnen worden gespecificeerd door de gebruiker.



Figuur 7: Het faseruisspectrum van een synthesizer.

Figuur 7 laat het spectrum zien van een synthesizer met een gekleurd faseruisvermogen van -40 dBc en een afsnijfrequentie van 1 Hz; de witte faseruis heeft een vermogensdichtheid van -100 dBc/Hz.



Figuur 8: Het vermogen van een doel, zeeclutter, regenclutter en thermische als functie van de radiale doelsnelheid na Dopplerprocessing met inbegrip van de invloed van faseruis.

Figuur 8 illustreert de invloed van de faseruis op de radarprestaties; het vermogen van het doel, de thermische ruis, de zeeclutter en de regen zijn weergegeven als functie van de radiale doelsnelheid. In vergelijking met figuur 5 valt de toename van het vermogen tussen de pieken van de clutter op; in het bijzonder is op te merken dat de regenclutter nu overal boven het niveau van de thermische ruis ligt. In dit specifieke geval is de verhouding van het vermogen van het doelsignaal en het vermogen van de regenclutter tussen de clutterpieken groot genoeg om vrijwel geen reductie in de detectiekans te veroorzaken. Echter voor doelen die lager vliegen of doelen met een kleinere radardoorsnede (met als gevolg een kleiner doelsignaal) leidt de faseruis wel tot een achteruitgang in de detectieprestaties. De eisen die gesteld worden aan de fasestabiliteit van een synthesizer hangen dus af van de karakteristieken van de dreiging.

CONCLUSIES

In dit artikel is het computerprogramma CARPET beschreven waarmee de prestaties van een radarsysteem kunnen worden geanalyseerd. CARPET berekent de detectiekans van een doel op basis van de radarvergelijking. Verschillende omgevingsfactoren zoals reflecties van het aardoppervlak en regenbuien, ducting, en storing worden gemodelleerd. Tevens kunnen de effecten van het antennepatroon in het elevatievlak, pulscompressie, Dopplerprocessing, nietcoherente integratie en faseruis op de detectiekans worden onderzocht.

REFERENTIES

[1] A.G. Huizing and A. Theil, "CARPET: Computer Aided Radar Performance Evaluation Tool", Artech House 1993

[2] K.D. Anderson, A.E. Barrios, C.P. Hattan, H.V. Hitney, W.L. Patterson, and R.A. Paulus, "EREPS: Engineer's Refractive Effects Prediction System Software and User's Manual", Artech House 1990

[3] J.P. Reilly and G.D. Dockery, "Infuence of evaporation ducts on radar sea return", IEE Proceedings, Vol. 137, Pt. F, No. 2, April 1990

Voordracht gehouden tijdens de 421e werkvergadering

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS
421e werkvergadering

UITNODIGING

voor de gezamenlijke werkvergadering van het NERG en het IEEE op donderdag 3 maart 1994 op het Fysisch en Elektronisch Laboratorium. Oude Waalsdorperweg 63, Den Haag.

THEMA: RADAR

PROGRAMMA;	
09.30-10.00 uur:	Ontvangst en koffie
10.00-10.35 uur:	Propagatie boven zee en de invloed ervan op radarprestaties **Ir.H.J.M. Heemskerk** FEL TNO
1035-11.10 uur:	Monolithische Microgolf IC's: toepassingen en ontwerp **Ing. T.C.B. Tieman,** FEL TNO
11.10-11.45 uur:	PHARUS, ontwikkeling van een polarimetrische actieve phased array SAR voor vliegtuig toepassingen **Ir. P.J. Koomen,** FEL TNO
11.45-12.05 uur:	Koffie
12.05-12.40 uur:	APAR een actief phased array radarsysteem voor de Koninklijke Marine **Ir. M.F.A. van Schaik,** Signaal
12.40-13.15 uur:	CARPET, computer aided radar performance evaluation tool **Ir. A.G. Huizing,** FEL TNO
13.15-14.25 uur:	**Lunch**
14.25-15.00 uur:	Doppler-polarimetrieradar **Ir.R.J. Niemeijer, Dr.ir.H.W.J. Russchenberg, Prof.dr.ir. L.P. Ligthart,** Vakgroep Telecommunicatie- en Tele-observatietechnologie, Faculteit der Elektrotechniek, TU Delft
15.00-15.35 uur:	Nabije-veldmeten: een andere methode om antennepatronen te meten **Ir. M.H.A. Paquay,** FEL TNO
15.35-15.55 uur:	Thee
15.55-16.30 uur:	Doelclassificatie met radar **Drs. R. van der Heiden,** FEL TNO
16.30 uur:	Sluiting

Aanmelding voor deze middag dient te geschieden vóór 25 februari aanstaande door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 70 cent. Het aantal deelnemers is beperkt tot 100. Wanneer u niet kunt deelnemen krijgt u persoonlijk bericht.

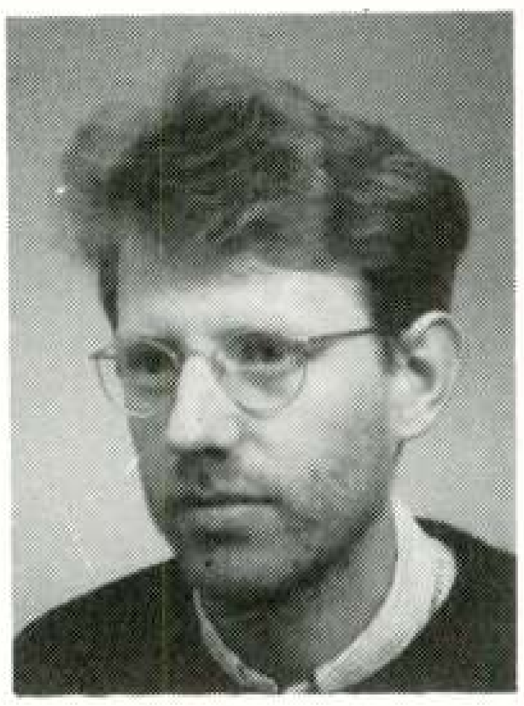
De kosten voor deelname aan de lopende luch bedragen *f* 15,00.
Leden van NERG, IEEE en st ıdenten hebben gratis toegang. De kosten van deelname voor niet-leden bedragen eveneens *f* 15,00. Betalingen dienen vóór 25 februari te zijn ontvangen op girorekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, postbus 39, 2260 AA Leidschendam.

Namens het NERG en het IEEE,
Dhr. G.A. van der Spek
Ir. P.R.J.M. Smits, programmacommissaris
tel. 070 - 332 51 12 (administratie NERG)

Doppler-Polarimetric Research using the Delft FM-CW Radar

R.J. Niemeijer, L.P. Ligthart

Delft University of Technology, Department of Electrical Engineering ,
Microwave Laboratory, P.O. Box 5031, 2600 GA Delft, The Netherlands



R.J. Niemeijer



L.P. Ligthart

Abstract

Doppler-polarimetry comprises the determination of the full scattering matrix per Doppler velocity cell of multiple radar targets within a range cell. A Doppler-polarimetric radar, referred to as a multi-parameter radar, is able to measure both the Doppler velocity and scattering parameters. A research programme was initiated in 1990 on the detection, classification and identification of radar targets, in which Doppler-polarimetry plays a key role. A major part within this programme comprises the development and implementation of signal processing of Doppler-polarimetric radar signals with emphasis on the real-time aspects. The research programme is centred around the FM-CW Delft Atmospheric Research Radar. This paper gives an overview of the current status of this research.

1. Introduction

Coherent radar research at the Delft University of Technology started in 1978, when the Delft Atmospheric Research Radar (DARR) on the roof of the building of the Department of Electrical Engineering came into operation. Figure 1 shows the DARR at an elevation of zero degrees.

The DARR is based on the FM-CW principle and operates at 3.3 GHz. Both transmitting and receiving channels are linearly polarised and each channel is equipped with a polariser to vary the angle of the linear polarisation. Until 1994, mechanical polarisers were used. In the near future, "Delft made" electronic polarisers are built in. With DARR being a coherent radar system, both Doppler shifts and the full scattering matrix of radar targets can be measured.

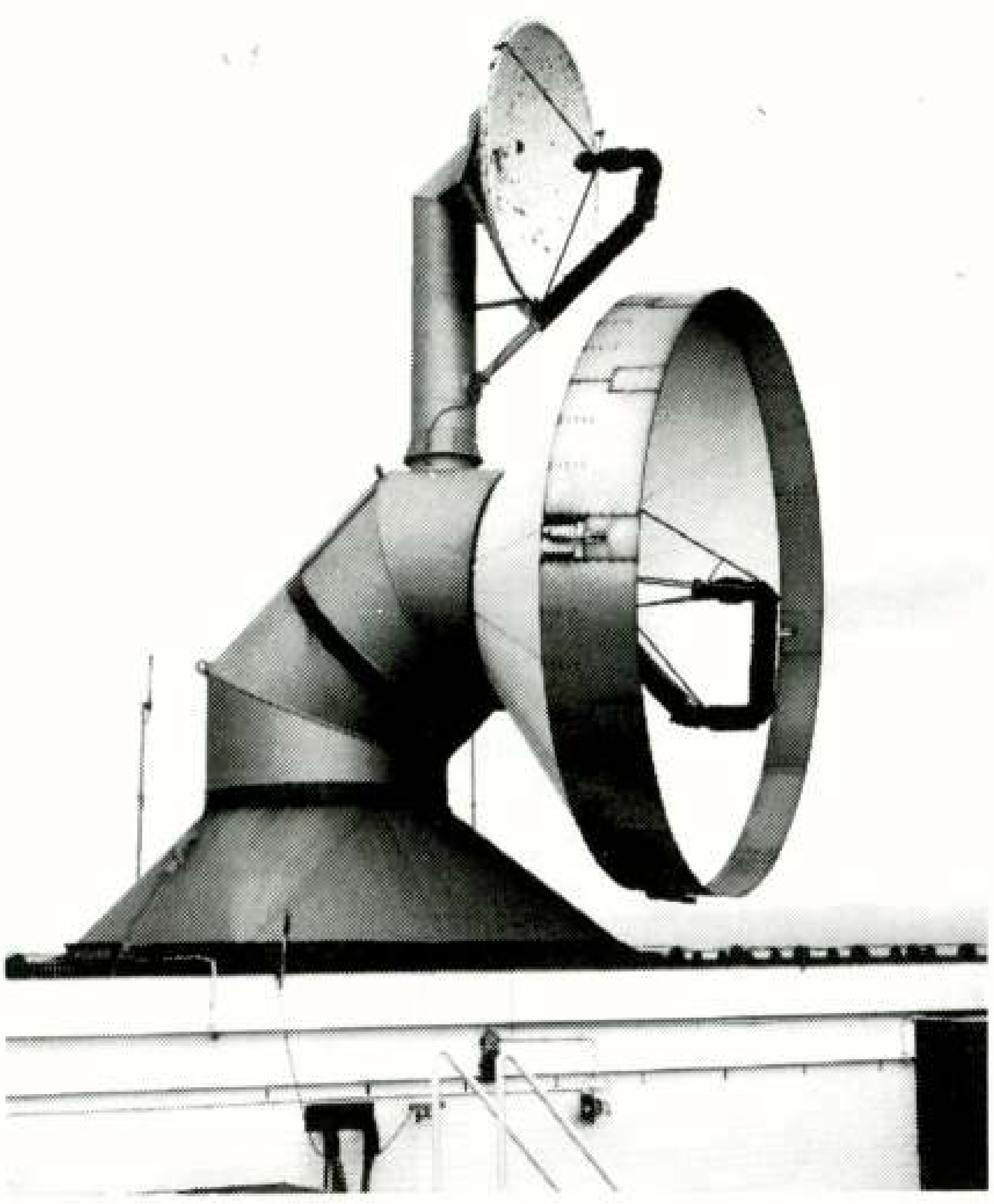


Figure 1: The FM-CW Delft Atmospheric Research Radar.

The research programmes with DARR involve studies of atmospheric phenomena like precipitation, the melting layer, clear air phenomena, and radar oriented topics like ground clutter suppression. With the financial support of the Netherlands Technology Foundation, a research programme was initiated four years ago on the detection, classification and identification of radar targets using multi-parameter radar systems. The research activities in this programme were divided into the two major fields *system concepts* and *methodology*.

The objective of the first field is to employ the multi-parameter radar system, meaning that DARR executes measurements from which the full scattering matrix per Doppler velocity cell of multiple radar targets in a range cell is determined in real-time. Formalisation of the concepts of Doppler-polarimetry was needed, in order to find a general means to describe the performance of this type of multi-parameter radar systems. This performance is related to the utilisation of configurable radar settings, such as polarisation switching. Using the formalisation, methods are being developed and implemented in DARR to process the Doppler-polarimetric radar signals. The processing methods are required to operate on a real-time basis.

The objective of the second field is the development of Doppler-polarimetric decomposition methods for radar targets, based on the time-dependent behaviour and geometrical characteristics of radar targets. The methodology assumes the availability of full polarimetric data per Doppler velocity cell of radar targets, with high resolution in both range and Doppler velocity.

In this paper, we summarise the status of the first research activity. Some fundamentals of Doppler-polarimetry are discussed in section 2. The polarisers of DARR are discussed in section 3. In section 4, real-time signal processing is discussed. Applications are outlined in section 5.

2. Doppler-polarimetry

A radar target has both intrinsic and extrinsic properties. The first intrinsic property is the existence of the target, or more precisely the radar's perception of its existence. The second intrinsic property is the way in which an incident electromagnetic wave is reflected by the target, generally expressed by the radar cross section (RCS), which is derived from three independent complex scattering parameters. If the state of the incident electromagnetic wave, or polarisation, is changed after reflection, the target has polarisation dependency, which is denoted by these scattering parameters.

The first extrinsic property is the radar range of the target. The second extrinsic property is the radial velocity of the target relative

to the radar, also referred to as the Doppler velocity of the target. By measuring the time delay between a transmitted and a received pulse, the target's range is retrieved, since the pulse has travelled with a known propagation speed. By observing the relative phase changes of the received signal from pulse to pulse, the Doppler velocity due to the displacement of the target is measured. The radar system must be coherent in order to measure these phase changes.

For a single, isolated target with constant intrinsic properties, the scattering parameters reside in both phase and amplitude of the received signal with selected polarisations in the transmitting and receiving channels, whereas the Doppler velocity is determined by the relative phase change of the same signal. An ambiguity problem arises, since it is not clear whether a change of phase is caused by the target's displacement or its polarisation dependency, the latter induced by the change of polarisation in either transmitting or receiving channel. This ambiguity leads to an exclusion principle: measurement of Doppler velocity inhibits polarisation switching, whereas measurement of the scattering parameters requires a phase correction for the Doppler velocity, which equivalently means a target without Doppler velocity. Since the isolated target cannot be altered, the only apparent degree of freedom lies within the radar configuration, the appropriate usage of polarisation switching and the processing methodology of the received signals.

In order to reduce the phase ambiguity, only those phase changes are considered, that were measured with equal polarisations. With the polarisations switched periodically, the time difference between measurements with equal polarisations increases, and therefore the maximum unambiguous Doppler velocity decreases. This approach results in acquiring a set of Doppler spectra, each measured with a known polarisation state of the transmitting and receiving channels.

After deriving the Doppler spectra for a set of polarisations, we may then retrieve the scattering parameters for each Doppler velocity cell. The methodology may be seen as the employment of a Doppler radar on a time-multiplexing basis, where the polarisation of the transmitting and receiving channels is changed for each time interval. Since all Doppler spectra are shifted in time, a phase correction is needed before the scattering parameters are extracted.

A polarimetric radar has the ability to change the polarisations of the transmitting and the receiving channels independently. The scattering parameters are retrieved from a series of measurements with different polarisations in the transmitting and receiving channels. A dual linear polarisation radar uses two, usually orthogonal polarisations, for example vertical and horizontal polarisation. A multi-linear polarisation radar has the ability to choose a linear polarisation, with an arbitrary tilt angle. The multi-linear polarisation radar has an improved performance for measuring the crosspolar parameter with low intensity radar echoes, in case the scattering parameters are retrieved from copolar power averages. A Doppler radar has the ability to measure the copolar phase changes and to determine the target's Doppler velocity.

Both Doppler radar and polarimetric radar have a long history of development in technology and methodology. Doppler-polarimetry, the combination of both Doppler and polarimetry in one radar, is a new field of research, though based on known concepts. A Doppler-polarimetric radar is able to measure both the Doppler velocity and scattering parameters, and is referred to as a multi-parameter radar system. A Doppler-polarimetric radar is required to be coherent and to have the possibility to switch polarisation from pulse to pulse.

Measurement of both scattering parameters and Doppler velocity generally results in coupling of the parameters, meaning that the parameters are not extracted uniquely. The coupling is worsened if the range cell is filled with multiple moving targets, of which the Doppler velocities are not in the centre of Doppler velocity cell. At this moment, the fundamentals of Doppler-polarimetry are still under study, such as the formalisation of the Doppler-polarimetric coupling, and optimisation of the polarisation switching [1].

3. Polarisers of the Delft Atmospheric Research Radar

Since its first operation in 1978, DARR has gone through several modifications. The computer system, which is regarded as an integral part of the radar system, has been changed three times, the last time in the spring of 1991. Since 1986, the DARR has been equipped with mechanical polarisers. During the summer of 1994, the mechanical polarisers will be replaced by electrically switched polarisers, which have been developed at the Microwave Laboratory. These new polarisers enable fast polarisation switching from pulse to pulse, and they are able to handle an arbitrary linear polarisation.

The mechanical polariser consists of a circular waveguide, with a set of 22 conducting needles attached to a torsion wire along the centre of the waveguide, as shown in figure 2.

The first needle is fixed, whereas the last needle is steered with a sinusoidal movement. With the last needle in some given deviation, the set of needle in the waveguide appears as a spiral staircase. The tilt angle of the linearly polarised EM field is changed as it runs along the needles. The mechanical polariser is typically used with a sinusoidal steering of $\pm$ 90 degrees. Because the polariser operates at a mechanical resonance frequency of 25 Hz, the periodicity of the steering is fixed to 40 ms. This periodicity is a major disadvantage. However, the mechanical polariser allows transmission of EM waves with up to 100 Watts continuous power, and it has a large bandwidth.

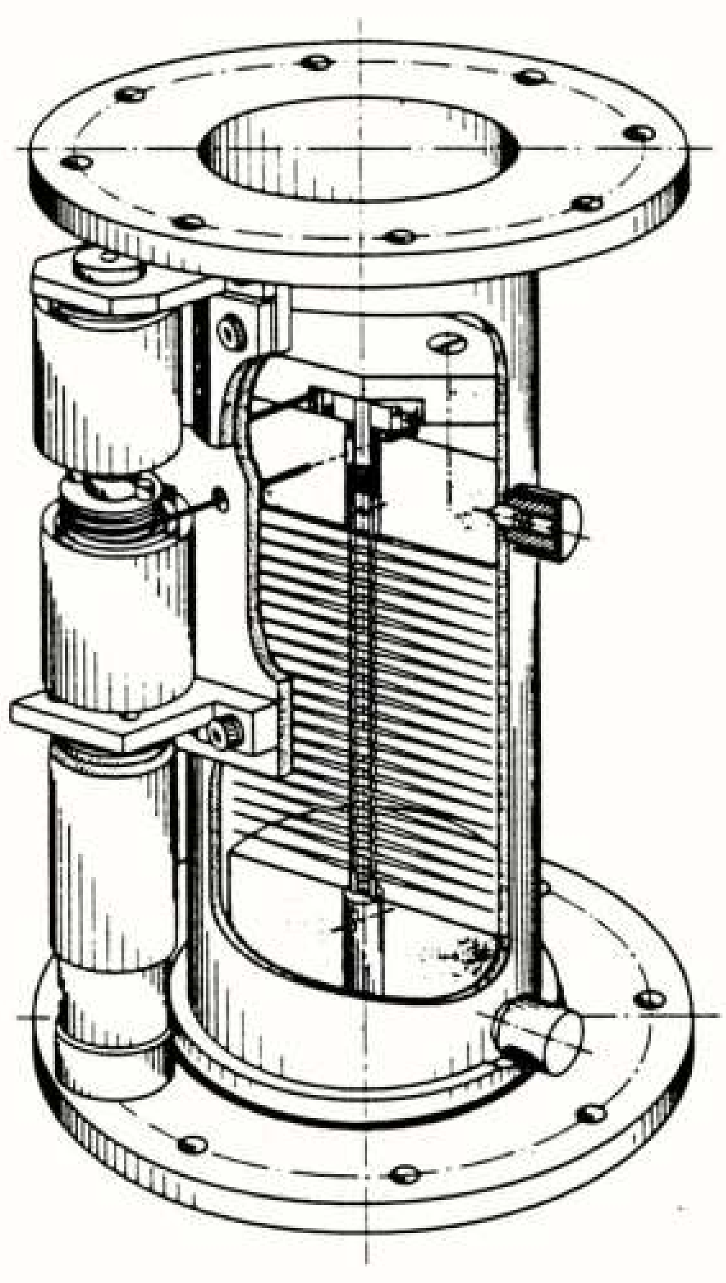


Figure 2: The mechanical polariser.

The basic principle of operation of the electrically switched polarisers is based on the in-phase addition of two orthogonal, linearly polarised EM waves, of which the amplitudes are chosen. The transmitted EM wave will be linearly polarised as well, but the tilt angle of the linear

polarisation is determined by the respective amplitudes of the two orthogonal EM waves. The transmitted FM-CW signal is first amplified and is then put into a hybrid 3dB-coupler. One output of the 3dB-coupler contains a 5-bit phase shifter, the other output contains a variable attenuator, which is used to compensate for power losses in the phase shifter. The outputs of the attenuator and phase shifter are connected to a second hybrid 3dB-coupler. Depending on the phase shift, the RF power supplied at the first 3dB-coupler is divided among the two outputs of the second 3dB-coupler. These two signals are coupled to the two probes feeding the two orthogonally polarised fields in a waveguide feed of the reflector antenna.

The electrically switched feed consists of a square waveguide, filled with dielectric material. The two fields are coupled into the waveguide by two conductive, orthogonally placed pins as coax-waveguide transitions, at different locations in the waveguide. Between the pins, a polarisation mirror is placed. At the aperture, the dielectric material is interrupted by a small air gap, whereas the dielectric material extends outside of the waveguide after the air gap. The dielectric material and air gap serve as an impedance matching and shaping of the radiation pattern. Since the total device is mounted as focal feed in a parabolic reflector antenna, the radiation pattern with a wide opening angle is required. All microwave components are integrated into one housing and have to meet with stringent requirements, in order to guarantee the polarisation purity of the transmitted EM wave.

Figure 3 shows a simplified scheme of the polariser.

With respect to the mechanical polariser, there are four advantages.

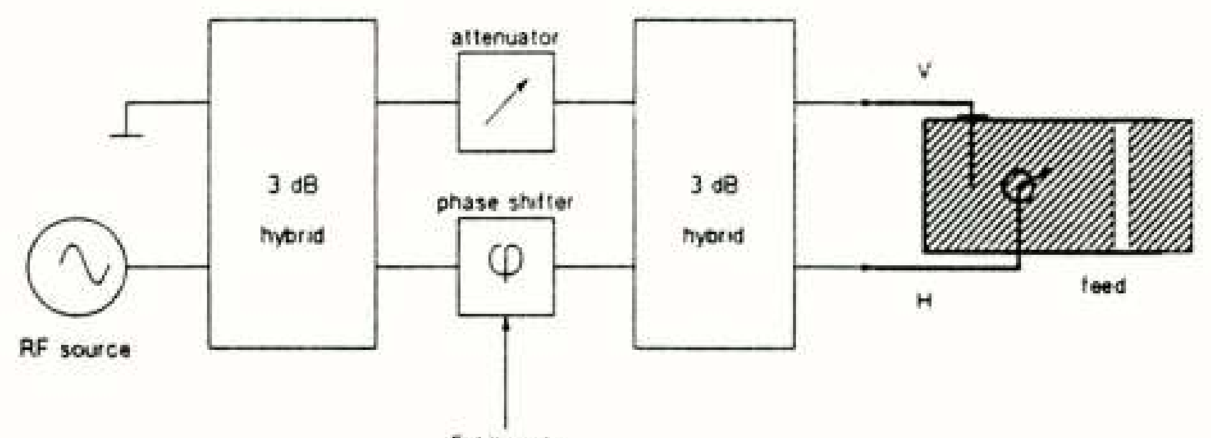


Figure 3: Simplified scheme of the electrically switched polariser.

First, the tilt angle of the linearly polarised field can be chosen arbitrary, whereas other polarisers use either one of the linear polarisations, such as horizontal or vertical. Other tilt angles are required to perform full polarimetric characterisation of radar targets using a single receiver for copolar measurements only, meaning that the polarisation of the transmitting and receiving polariser is equal, but with arbitrary tilt angle. Secondly, the switching from one polarisation to another, by means of changing the phase shifter, is performed within 2 μs, allowing switching from pulse to pulse with short pulse intervals. Thirdly, the required transmitted polarisation can be chosen to be stationary, whereas the mechanical polariser is either moving or standing still. Fourthly, the steering of the polarisers is relatively easy, since only a 5-bit code needs to be sent to the phase shifter, whereas the mechanical polariser requires a sine wave, with severe requirements for synchronisation and monitoring for on-line polarisation performance.

The disadvantages comprise the power budget and bandwidth. For applications involving small radar echoes, such as studies of clear air turbulence, a transmitted power in the order of 100 Watts is needed. The polariser and its microwave components are more costly because all parts need to operate with these relatively high powers. The polariser contains many circuitries with a given frequency dependence. Furthermore, within the polariser additional delay lines were needed to compensate for the differences in electrical lengths. The delay lines are matched for one given frequency. Summarised, the effect of increasing bandwidths is a decrease in the accuracy of the tilt angle of the transmitted EM wave.

4. Signal Processing

Radar applications generally require the availability of user defined qualifiers on an instant basis, and therefore an on-line determination of these qualifiers from the received signal is needed. The radar system performs real-time signal processing, rather than storing the raw data and process these data off-line after completion of the measurement. The radar system needs to be equipped with a computing facility to perform the necessary signal processing, displaying and storage of processed data.

In other words, real-time radar signal processing is a requirement for the operational usage of any type of radar system. Real-time is achieved, as soon as the radar system produces the user defined qualifiers at some given rate, whereas the computing facility is able to process the incoming data stream without interruption. The computing facility should provide sufficient computing power, to meet with the requirements of real-time performance.

Concerning this objective, the aforementioned qualifiers are currently defined as the scattering parameters per Doppler velocity cell. Having acquired the scattering parameters, they may subsequently be subject to a variety of application dependent processing methods. For example, within applications involving studies of precipitation, the qualifiers are defined as the differential reflectivity Z_{dr} and the linear depolarisation ratio L_{dr}, which are calculated from the scattering matrix. For applications involving studies of polarimetric decomposing methods, more advanced and target specific qualifiers are derived from the scattering matrix as well.

The received radar signal of DARR is down converted to a zero-IF signal, which is sampled and digitised. The obtained samples are read into the computing device, on which the processing method is implemented. With FM-CW radar, an FFT is needed to acquire a range spectrum. In order to derive Doppler spectra, a number of range samples is gathered. Per range cell, a set of Doppler spectra is acquired for the different polarisation states of the transmitting and receiving channels. In this way, the scattering matrix is extracted per Doppler velocity cell and per range cell.

The processing of Doppler-polarimetric radar signals imposes requirements on the computing devices with respect to processing power and available memory for intermediate storage of samples. The amount of data to be processed may be reduced by making selections in the number of range cells, the number of Doppler velocity cells, the resolution of the Doppler spectrum, and the number of selected parameters. Moreover, the complexity of the processing method strongly depends on the utilisation of the polarisers in the radar antennas.

A major modification of the DARR computing facility was initiated in the spring of 1991 with the installation of a Concurrent 8400 minisuper, made available through funding from the Netherlands Technology Foundation. The objective of this modification was to increase the systems capability with respect to real-time signal processing, displaying and data storage, anticipating on the implementation of Doppler-polarimetric processing methods with higher resolutions in range as

well as in Doppler.

The present DARR computing facility makes use of the Concurrent 8400, consisting of a dual CPU main computer, additional vector accelerators, fast I/O facilities, high speed disk storage and graphic work stations. Moreover, the computer system is connected to the local area network of the Department, enabling remote monitoring of measurements. Besides its purpose as a measurement facility, the computer system is used for simulation and analysis as well. The steering of the electrically switched polarisers, introduced in section 3, is performed with a separate DSP system, which may run in stand alone mode, but is connected to the DARR computer in order to establish the necessary synchronisation.

The previous computer system consisted of a Hewlett-Packard A900, with additional Analogic AP504 array processors. The processing and displaying routines were written in Fortran and dedicated routines were implemented by microprogramming the array processors to improve their real-time performances [2]. In contrast, the processing and displaying routines for the Concurrent 8400 and its additional vector accelerators are written in the C-language, since it easily interfaces with the Unix operating system and the X11 graphics libraries. Obviously, implementation of these routines has taken a great effort [3].

5. Applications

A Doppler radar utilises the dynamic behaviour of radar targets and has the ability to discriminate between moving and stationary targets, or classify targets with respect to their Doppler velocity. A polarimetric radar utilises the polarisation dependency of radar targets and has the ability to discriminate between targets with different polarisation characteristics. Obviously, the Doppler-polarimetric radar utilises both dynamic behaviour and polarisation dependency of radar targets. By coherently combining the Doppler spectra with known polarisations, and subsequently retrieving the scattering parameters per Doppler velocity cell, the Doppler-polarimetric radar has the ability to classify targets according to the Doppler velocity, with additional knowledge of their polarisation dependencies. Electromagnetic modelling of scattering and diffraction on solid targets allows that a Doppler-polarimetric radar is able to characterise these targets, resulting in possibilities for classification and identification.

If a range cell is filled with multiple targets having their individual target properties, the received signal is determined by the sum of all the individual contributions. The targets may be independent entities, such as precipitation particles for the weather radar. The received signal originated from multiple, moving targets tends to become stochastic and inherently decorrelates with the observation time. Measurement with a polarimetric radar should be performed within the decorrelation time belonging to the observed set of moving particles. In comparison with a radar without Doppler and polarimetry capabilities, the processing technique in a Doppler-polarimetric radar enlarges the decorrelation time, and allows also that the polarisation dependencies of particles with equal fall speed are measured. Studies of characterising the precipitation would benefit from it.

A range cell filled with dependent targets may belong to a larger target. For example a rotating flat plate can be distinguished from its background, because a series of Doppler velocities is measured, superimposed on the Doppler measurement of the nonmoving background. Experimental results with DARR have shown, that the discrimination of a rotating plate is improved using either only polarimetric processing or Doppler-polarimetric processing [4].

6. Conclusions

Within the scope of the Delft research programme on the detection, classification and identification of radar targets, the concept of Doppler-polarimetry has been evaluated, resulting in the initiation of a multi-parameter radar system. Emphasis here is laid upon implementation of real-time Doppler-polarimetric processing techniques.

The DARR radar system has been upgraded significantly. With the installation of the new computer system, the processing capabilities have been improved. The mechanical polarisers will be replaced in the near future, enabling fast switching of linear polarisations. The upgradings of DARR were needed, to make way for real-time, high resolution Doppler-polarimetric signal processing. The fundamentals of Doppler-polarimetry are still being further explored.

7. Acknowledgement

The authors wish to thank the Netherlands Technology Foundation for its financial support.

8. References:

[1] Niemeijer, R.J., Ligthart, L.P.: "Determination of Doppler and Polarisation Parameters of Multiple Radar Targets", accepted for publication in the Proceedings of PIERS'94, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 11-15 July 1994.

[2] Niemeijer, R.J., van Sinttruyen, J.S., Ligthart, L.P.: "Multipolarisation FM-CW Doppler radar signal processing for nondistributed targets", IEE Proc. F., Vol. 138, No. 3, June 1991, pp. 185-191.

[3] Niemeijer, R.J., van Sinttruyen, J.S., Ligthart, L.P.: "Real-time Signal Processing in FM-CW Doppler-polarimetric Radar", submitted for publication in the Proceedings of the 24th European Microwave Conference, Cannes, France, 5-8 September, 1994.

[4] Niemeijer, R.J., van Sinttruyen, J.S., Ligthart, L.P.: "Determination of the Polarisation Parameters of Semi-stationary Radar Targets using High-Resolution Doppler Classes", accepted for publication in the Proceedings of RADAR'94, Paris, France, 3-6 May 1994.

Voordracht gehouden tijdens de 421e werkvergadering

VRIEND OF VIJAND?
HET GEBRUIK VAN RADAR VOOR NIET-COÖPERATIEVE DOELHERKENNING

R. van der Heiden

TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium



Summary

FRIEND OR FOE? THE USE OF RADAR FOR NON-COOPERATIVE TARGET RECOGNITION

Identification of aircraft is essential in any airdefence scenario. The disadvantage of the usual identification methods, however, is that they rely on the cooperation of the target. This paper outlines the potential of non-cooperative target recognition techniques as a complementary identification tool. The three most important techniques are reviewed.

1 Inleiding

Sinds de tweede wereldoorlog heeft de radar uitstekende diensten bewezen als instrument om vliegtuigen te detecteren en te volgen. Het blijkt echter nog steeds uiterst moeilijk de voor de hand liggende vraag: "Wat hebben we nu gedetecteerd?" te beantwoorden. Zeker in een militaire context is het van cruciaal belang een onbekend object als vriend, neutraal of vijand te kunnen karakteriseren.

Een gedeeltelijke oplossing berust op een techniek waarbij, via een gecodeerde vraag- en antwoordprocedure, het vliegtuig naar zijn identiteit gevraagd wordt. Gebeurt het echter dat een vriendschappelijk toestel, om wat voor reden dan ook, niet aan de herkenningsprocedure kan meewerken, dan volgt automatisch de onjuiste conclusie dat het toestel vijandig is. Deze tekortkoming in de classificatie van luchtdoelen kan grotendeels teniet gedaan worden door herkenningstechnieken waarbij het vliegtuig niet coöperatief hoeft te zijn.

Dit artikel schetst de stand van zaken van het onderzoek naar Niet-Coöperatieve Doelclassificatie met Radar (NCTR). Met deze technieken is het mogelijk om, op grond van karakteristieke elementen in het gereflecteerde radarsignaal, een vliegtuig te herkennen.

In het volgende hoofdstuk zal ik een overzicht geven van de ontwikkelingen die geleid hebben tot interesse in dit onderzoek. Veel informatie uit dit hoofdstuk is afkomstig uit [1]. Voorts zullen een drietal NCTR technieken de revue passeren. Een volgend hoofdstuk geeft een afweging van de voor- en nadelen van deze methodes. Ik zal afsluiten met de conclusies.

2 Vliegtuigherkenning, een historisch overzicht

In de twee wereldoorlogen gaf het herkennen van vliegtuigen nog weinig problemen. Dit kwam omdat de afstand waarop een vliegtuig met het oog herkend kon worden, aanzienlijk groter was dan het bereik van de boordwapens. Het toestel was goed te herkennen door grote squadronemblemen en duidelijke nationaliteitstekens, de vorm van het vliegtuig was karakteristiek voor het land van herkomst en de vliegsnelheid was laag.

Tegenwoordig hebben jachtvliegtuigen vergelijkbare vorm, ze vliegen zonder problemen sneller dan het geluid en het effectieve bereik van de boordwapens is sterk vergroot. Het gevolg: als je het vliegtuig herkend hebt, is het te laat.

Dit probleem heeft men al voor de Tweede Wereldoorlog aan zien komen.

Reeds toen werden systemen ontwikkeld om achter de aard van een ongeïdentificeerd vliegtuig te komen. De belangrijkste exponent hiervan, Identification Friend Foe (IFF), wordt nog tot op de dag van vandaag gebruikt. Het principe is eenvoudig. Naar een onbekend doel in het luchtruim wordt een vraagsignaal verzonden waarin een code versleuteld is. Als het een vriendschappelijk vliegtuig betreft, dan wordt de boodschap door de IFF transponder aan boord van het vliegtuig gedecodeerd. Automatisch wordt een antwoordcode opgesteld die wordt teruggestuurd naar de verzender. Deze kan hiermee vaststellen dat hij met een vriendschappelijk toestel te maken heeft. Is het een vijandelijk vliegtuig dan wordt het vraagsignaal niet begrepen en zal een correct antwoord uitblijven. De conclusie luidt in dat geval: "Geen antwoord, dus vijandelijk".

Het probleem met IFF is dat er tijdens deze vraag- en antwoordprocedure van alles mis kan gaan. De IFF-transponder aan boord van het vliegtuig kan overvraagd worden, het kan op een verkeerde code ingesteld zijn of het kan simpelweg defect zijn. Ook is het mogelijk dat de procedure door vijandelijke acties opzettelijk gestoord wordt. Hiermee komen we op het cruciale punt. Als de vraag- en antwoordlus onderbroken wordt, dan is er voor het grondstation maar één veilige conclusie: "Dit is een vijandelijk vliegtuig". Het gevolg kan broedermoord zijn, de uitschakeling van een vriendschappelijk vliegtuig met eigen wapens.

Extra bronnen van informatie kunnen de kans op dit soort fouten verminderen. Hiertoe behoren bijvoorbeeld *Electronic Support Measures* (ESM), waarbij er passief "geluisterd" wordt naar radio- en radarsignalen afkomstig van het vliegtuig. Ook worden afspraken gemaakt over de corridors waarin bevriende toestellen moeten vliegen. Verlaat een ongeïdentificeerd object deze corridors, is het niet waarschijnlijk dat het een vriendschappelijk vliegtuig is.

Toch zijn deze methodes en procedures niet afdoende om de problemen met IFF het hoofd te bieden. Daarom wordt er al geruime tijd onderzoek gedaan naar technieken waarmee doelen herkend kunnen worden zonder dat deze aan hun herkenning meewerken. Het idee is dat de geometrie van het vliegtuig of de rotatie van de motoren karakteristieke elementen in het gereflecteerde radarsignaal achterlaten waarmee het object geclassificeerd kan worden.

3 Technieken voor niet - coöperatieve doelclassificatie

De technieken waarmee vliegtuigen op grond van hun radarreflecties geclassificeerd kunnen worden, zijn in twee groepen onder te verdelen. De methodes uit de eerste familie berusten op het feit dat de radarstraling gereflecteerd wordt door de roterende delen van het toestel, bijvoorbeeld de propellers op een propellervliegtuig, de bladen in een turbine van een straalvliegtuig of de hoofd- en staartrotor op een helicopter. Deze rotaties laten herkenbare frequenties achter in het terugontvangen radar-signaal.

De herkenningsmethoden uit de tweede familie van NCTR technieken gaan uit van een daadwerkelijke afbeelding van het vliegtuig, ofwel in één, ofwel in twee dimensies. In een eenvoudige toepassing

kunnen deze beelden een operator van dienst zijn, ons onderzoek richt zich echter op automatische classificatie.

Op TNO-FEL wordt onderzoek gedaan naar drie verschillende NCTR technieken. Een hiervan, *JEM (Jet Engine Modulation)*, behoort tot de eerste familie, de andere twee, *ISAR (Inverse Synthetic Aperture Radar)* en *HRR (High Range Resolution)*, behoren tot de tweede. In de volgende drie hoofdstukken zal ik deze drie technieken de revue laten passeren.

4 Jet engine modulation

Achtergrond

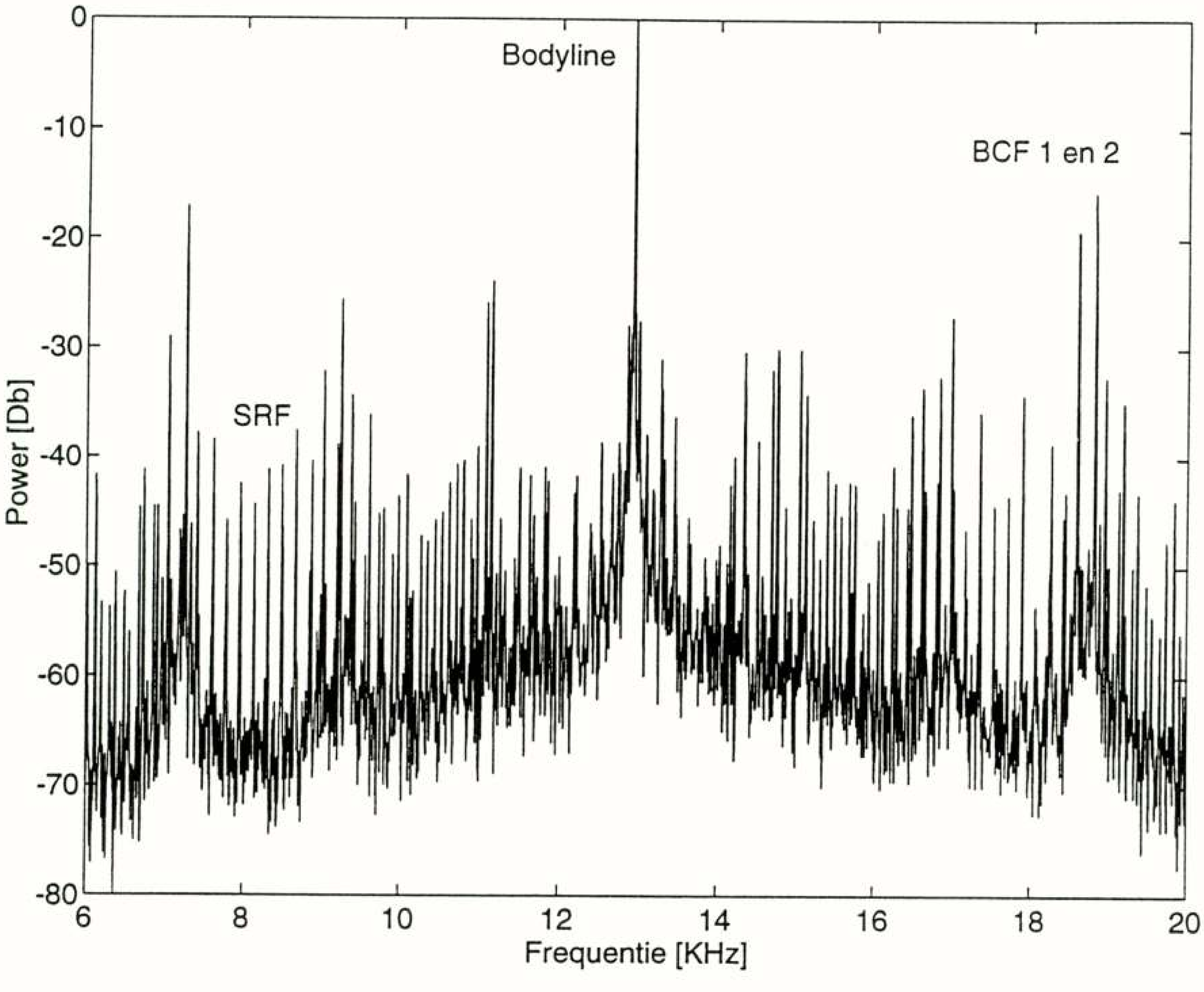
Als een straalvliegtuig op ons afvliegt, is het mogelijk om met een radar in de motor te kijken. Een aanzienlijk gedeelte van de straling wordt door het eerste blad gereflecteerd. Een kleinere portie gaat langs de schoepen van dit eerste blad, en wordt door het tweede, veel kleinere blad gereflecteerd. In theorie ontvangen we ook nog reflecties van verdere bladen, maar in de praktijk zijn deze bijdragen niet meer in de metingen terug te vinden [2].

afkorting "SRF" in figuur 1 zijn de harmonischen van de zogenaamde Shaft Rotation Frequency. Dit is de frequentie die hoort bij een volledige rotatie van een turbineblad.

Hebben we deze SRF en de BCF van het eerste blad uit het spectrum bepaald, dan volgt hieruit direct het aantal schoepen op dit eerste blad. Eventueel is het mogelijk om ook de BCF van het tweede blad te bepalen. Hieruit volgt direct het aantal schoepen op het tweede blad. In een tabel kunnen we dan het type motor opzoeken dat het onbekende vliegtuig heeft en we kunnen daarmee een uitspraak doen over het type vliegtuig.

Huidig onderzoek op het FEL

Op het FEL is uitvoerige theoretische kennis over deze techniek aanwezig. Ook is veel praktijkervaring opgedaan met JEM toepassingen voor verschillende typen radars. De algemene opvatting bestond dat alleen radars met zeer hoge pulsherhalingsfrequenties of Continuous Wave radars geschikt zijn voor het maken van bruikbare JEM spectra. Op het FEL is echter een nieuwe methode ontwikkeld waarmee met een relatief lage PRF toch een goede classificatie gedaan kan worden. Hiervoor



Figuur 1, JEM spectrum van een tweemotorig vliegtuig.

Een JEM spectrum

In figuur 1 ziet u een karakteristiek JEM spectrum.

De middelste piek bevat de radarreflecties van de vliegtuigromp en de vleugels, de bodyline. Met BCF wordt de Blade Chop Frequency bedoeld, de frequentie die correspondeert met de verschuiving van een schoep over één positie. We zien twee BCF lijnen, wat duidt op een twee-motorig vliegtuig. Alleen de lijnen van het eerste turbineblad van beide motoren zijn te zien.

De iets lagere pieken in het spectrum, het duidelijkst te zien onder de

wordt de experimentele S-Band radar van het TNO FEL gebruikt (de FELSTAR).

Op dit moment worden testen voorbereid om met de FELSTAR een systematische evaluatie van het JEM classificatie-algoritme uit te voeren.

5 High range resolution

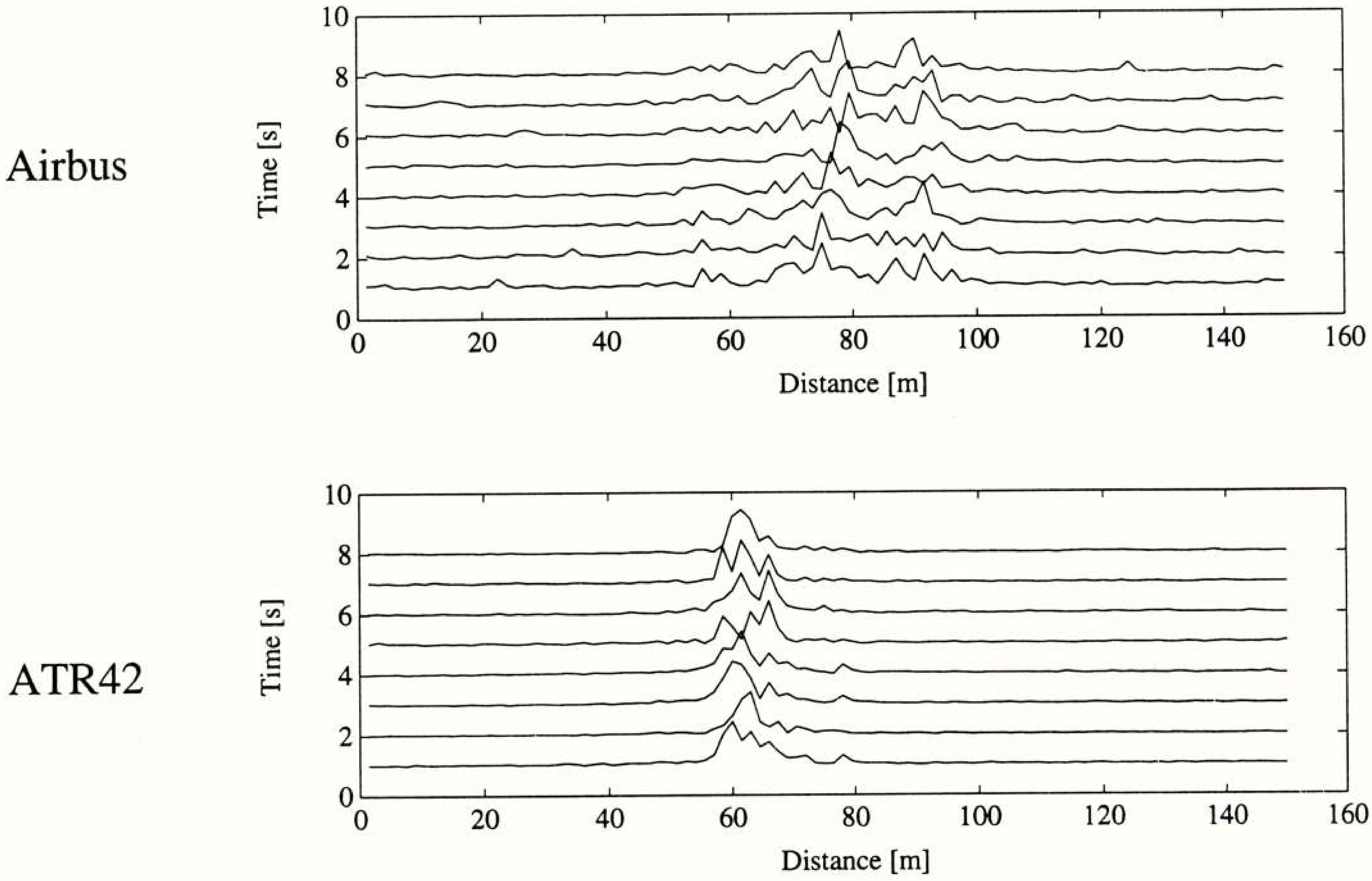
Fysica

Als we een golfvorm uitzenden met een grote bandbreedte, dan is het

mogelijk om een *High Range Resolution (HRR)* afstandsprofiel te maken. Vaak gebeurt dit door het uitzenden van een reeks pulsen, waarbij de frequenties van de pulsen lineair toenemen. De echo's worden met behoud van fase opgeslagen. Van deze reeks wordt een Fourier Transformatie berekend en het vermogen bepaald.

Het is eenvoudig aan te tonen dat de reeks na deze bewerkingen de intensiteiten geeft van de reflectiehaarden op het vliegtuig, geprojecteerd op de gezichtslijn. In figuur 2 ziet u een aantal voorbeelden van afstandsprofielen van een Airbus 310 en een ATR 42.

Het idee is nu dat deze profielen dermate karakteristiek zijn voor het type vliegtuig, dat een classificatiesysteem deze profielen kan "herkennen".



Figuur 2, Voorbeelden van HRR profielen.

De variabiliteit van HRR profielen

Het belangrijkste probleem bij het bouwen van een HRR classificatiesysteem is de sterke variabiliteit van de profielen bij verandering van de aanzichtshoek.

Stel dat een vliegtuig over een kleine hoek verdraait zodanig dat de twee uiterste reflectiehaarden links en rechts op het vliegtuig 5 cm ten opzichte van elkaar verschuiven. Als we met een S-band radar (golflengte=10 cm) naar dit roterende toestel kijken, dan zullen de bijdragen van deze *scatterers* elkaar tijdens deze beweging éénmaal hebben uitgedoofd en versterkt. Voor een verkeersvliegtuig van bijvoorbeeld 50 meter lengte komt deze rotatie overeen met slechts zeshonderdste graad.

We kunnen ervoor kiezen om het vliegtuig dan maar over alle aanzichtshoeken zeer fijn te bemonsteren, zodat we alle variabiliteit kunnen volgen. Een eenvoudige schatting leert dan dat we voor, zeg 100 vliegtuigen, een database aan moeten leggen van circa 50 GBytes. In de praktijk blijkt dat het, zelfs in gecontroleerde experimenten, onmogelijk is om dermate fijnmazig te bemonsteren over het gehele aanzichtshoekbereik. Ook de grootte van de database stelt ons, op dit moment, voor onoverkomelijke problemen. Hoe moeten we een onbekend profiel gaan matchen met dat ene profiel in het bestand van hetzelfde vliegtuig onder exact dezelfde aanzichtshoek?

We zullen daarom moeten leren leven met een structurele onderbemonstering. De snelle variaties in het profiel kunnen door middeling onderdrukt worden, of we kunnen eerst de stabiele kenmerken in het profiel selecteren, en daarop een classificatie doen. Een derde aanpak is het gebruik van een neuraal netwerk. Als we zo'n netwerk trainen met profielen afkomstig uit een aantal graden aanzichtshoekverandering, dan zal het "leren" om de snelle variaties in het profiel te veronachtzamen en de classificatie baseren op stabiele kenmerken.

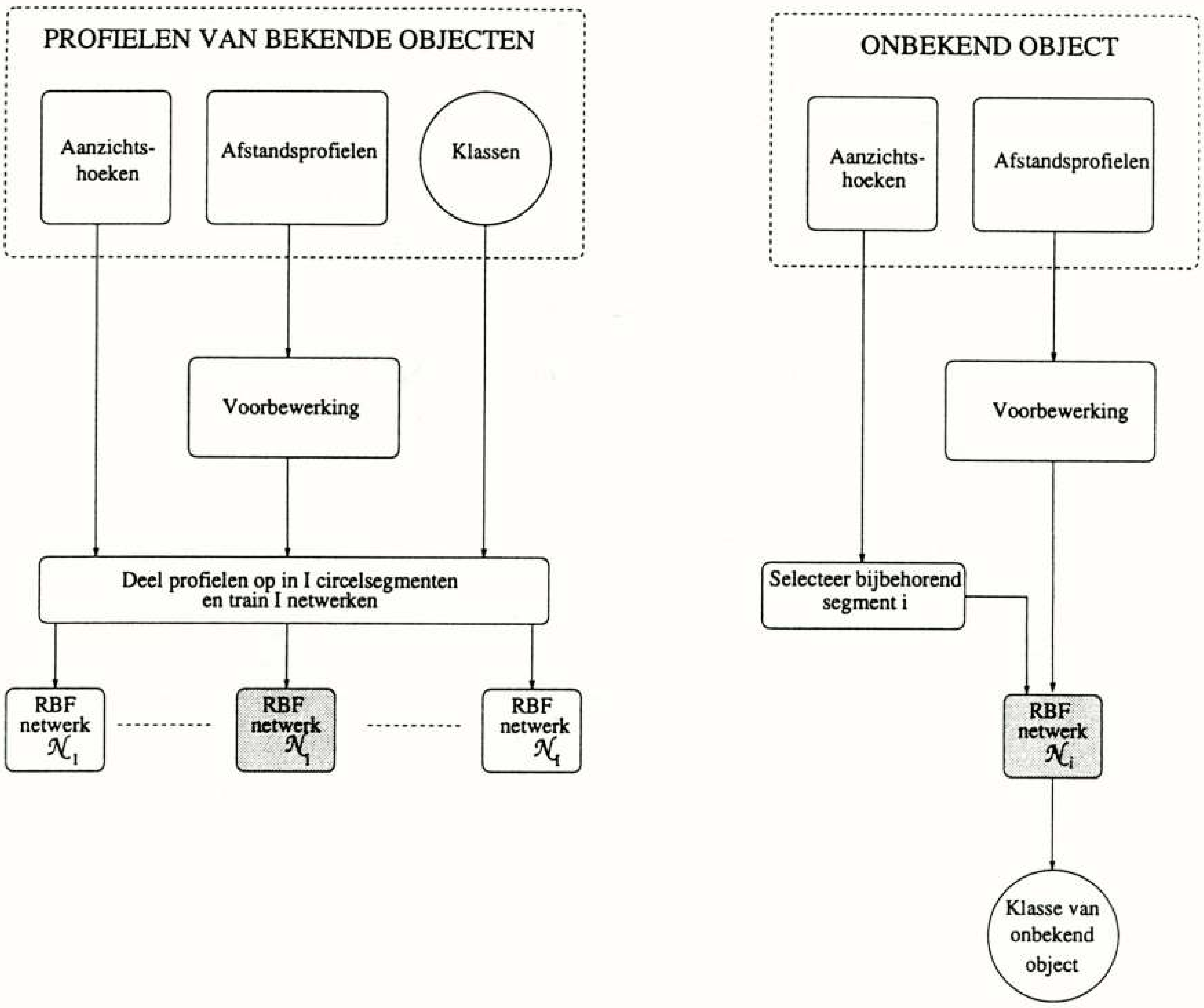
Huidig onderzoek naar neurale classificatiesystemen

Het nadeel van veel gewone neurale technieken is echter dat de training zeer lang kan duren. Bovendien is het dan onduidelijk of het netwerk het echte optimum bereikt heeft. Voor dit classificatie probleem hebben we daarom onderzoek gedaan naar een speciaal type neuraal netwerk, een zogenaamd Radial Basis Functions (RBF) netwerk. Doordat de optimalisatie lineair verloopt, wordt binnen een voorspelbare tijd het absolute optimum voor deze techniek gevonden.

Figuur 3 laat een diagram zien van een toekomstig HRR classificatiesysteem. De linkerfiguur is de trainingsfase. Het startpunt is een

bestand van afstandsprofielen afkomstig van bekende objecten, gemeten op bekende aanzichtshoeken. Triviale operaties zoals bewegingscompensatie en normering worden in het blok "Voorbewerking" uitgevoerd. Dan worden, op grond van de bekende aanzichtshoeken, alle profielen verdeeld over I segmenten. Voor elk van deze segmenten wordt een RBF netwerk getraind.

Nu kunnen we een classificatie uitvoeren. We meten een profiel van een onbekend object en een bijbehorende aanzichtshoek. Vervolgens zoeken we het segment i op waartoe deze aanzichtshoek hoort en gebruiken het corresponderende RBF netwerk i. Dit geeft ons een classificatie van het object.



Figuur 3, Strategie voor de classificatie van afstandsprofielen. Links de trainingsfase, rechts de classificatiefase.

Op dit moment is er nog geen geschikte database beschikbaar voor het bouwen en testen van een compleet classificatiesysteem.

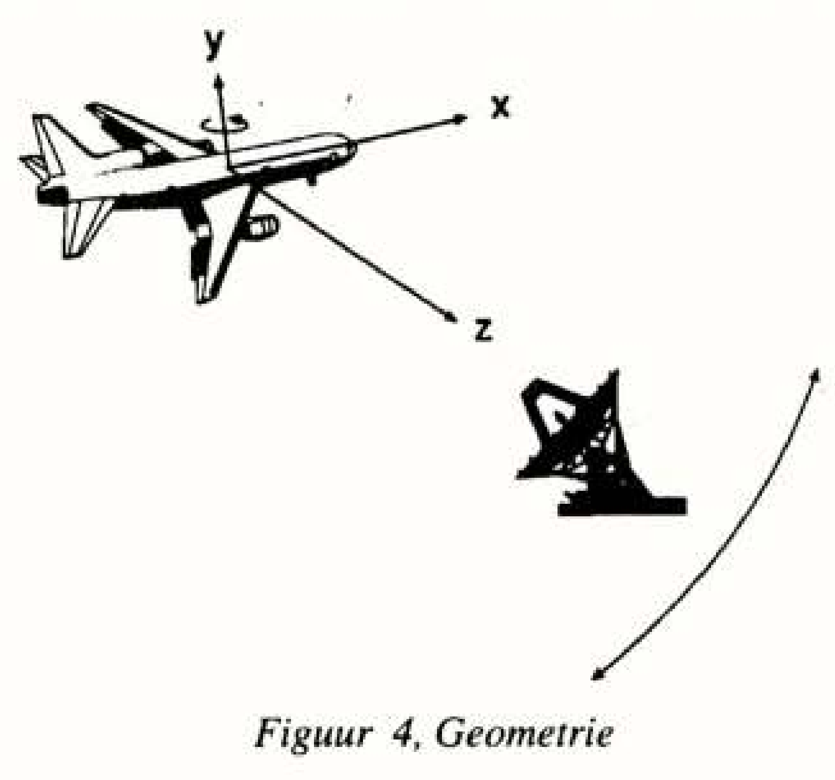
Tot nu toe zijn er alleen tests gedaan op beperkte hoeveelheden data. De voorlopige resultaten laten echter zien dat HRR profielen een groot potentieel hebben voor NCTR. In mei zal er een meetcampagne plaatsvinden van civiele vliegtuigen met de FELSTAR. Hiermee zal een database opgebouwd worden, en kan ons classificatiesysteem getest worden.

6 Two dimensional inverse synthetic aperture radar

Fysica

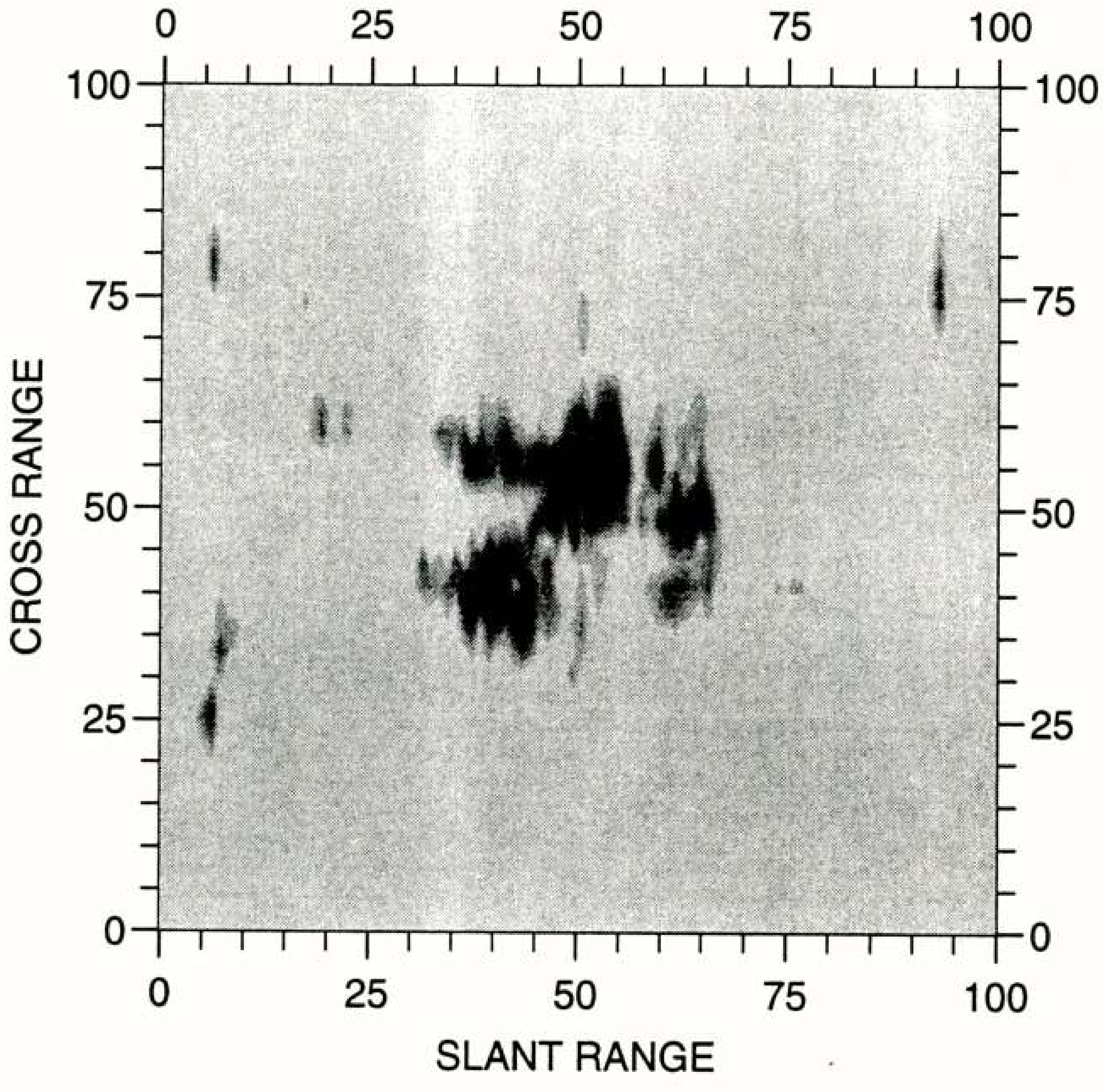
Bij het maken van de HRR profielen werd de hoge bandbreedte van de radar gebruikt om de reflectiehaarden in de gezichtslijn van elkaar te scheiden. Er is ook een methode om de *scatterers* loodrecht op de gezichtslijn te scheiden. Hiervoor wordt de beweging van het vliegtuig gebruikt [3]. Zie figuur 4. Stel dat het vliegtuig zich in een rechte lijn langs de x-as beweegt. De echo's van de radarpulsen worden met behoud van fase opgeslagen. Achteraf wordt in de computer de translatie van het vliegtuig verwijderd. Het gevolg is dat het vliegtuig voor de radar als het ware wordt "stilgezet".

De enige beweging die overblijft is een rotatie om de y-as. Dit betekent dat over de duur van de meting de reflectiehaarden op de neus van het vliegtuig van ons af bewegen, en de reflectiehaarden op de staart naar ons toe bewegen. Deze differentiële snelheden resulteren in differentiële Dopplerverschuivingen. Met een simpele Fourier analyse kunnen we deze *scatterers* tenslotte van elkaar scheiden.



Figuur 4, Geometrie

Als we dit samenvoegen met het scheidend vermogen in afstand (HRR), geeft dit een twee-dimensionale afbeelding van het vliegtuig. Een voorbeeld van een ISAR afbeelding ziet u in figuur 5. Een ander voorbeeld vindt u in een eerdere uitgave van dit tijdschrift [4].



Figuur 5, ISAR afbeelding van een Airbus A310. De radar kijkt vanaf de linkerkant tegen het toestel. Het vliegt richting het getal "75" op de bovenas. Duidelijk zijn de vleugels en de romp te onderscheiden.

ISAR onderzoek

Van de drie technieken die ik tot nu toe besproken heb, is ISAR nog het verste weg van automatische doelherkenning. Nog steeds wordt veel energie in het verbeteren en automatiseren van de signaalverwerking gestoken. Een toepassing voor de nabije toekomst is de ondersteuning van een operator met deze beelden.

7 Evaluatie van de NTCR technieken

Het grote voordeel van JEM boven de twee andere technieken is de kleine, overzichtelijke database. Moeten we bij ISAR en HRR al gauw aan meerdere GBytes denken, bij JEM hebben we aan enkele tientallen KBytes genoeg.

Een belangrijk nadeel van JEM is echter de afhankelijkheid van vliegrichting. Alleen als het vliegtuig op- of van ons afvliegt, kunnen we met een radar in de motor kijken. Omdat ISAR in deze gevallen juist niet werkt, kunnen JEM en ISAR heel goed als complementaire technieken gebruikt worden. HRR, tenslotte, heeft het voordeel dat het op alle aanzichtshoeken toegepast kan worden.

Een extra probleem voor ISAR in operationele toepassingen is dat er een lange belichtingstijd nodig is. De ISAR afbeelding van figuur 5, bijvoorbeeld, is gemaakt op basis van vier seconden meettijd. Hierbij moeten we ook nog de tijd optellen die benodigd is voor de signaalverwerking en classificatie. Dit geeft aan dat zo'n systeem, met de rekencapaciteit van de huidige computers, geschikter is voor bijvoorbeeld het controleren van het luchtruim over grote afstanden, dan als toevoeging bij een wapensysteem voor een snelle laatste identiteitsbepaling.

8 Samenvatting en conclusie

In de huidige luchtverdediging zijn de technieken voor het herkennen van vliegtuigen gebaseerd op de medewerking van het doel. Ontbreekt door een fout of een storing de medewerking, dan wordt het toestel automatisch als vijandig geclassificeerd.

Op TNO-FEL wordt onderzoek gedaan naar drie technieken voor niet-coöperatieve doelclassificatie met radar. Zij vormen een belangrijke aanvulling voor reeds bestaande classificatiemethoden omdat het vliegtuig niet aan de herkenning mee hoeft te werken.

Eén NCTR techniek, JEM, is rijp voor toepassing. De beeldvormende NCTR technieken, HRR en ISAR, zijn veelbelovend, maar minder ver ontwikkeld. Toekomstig onderzoek betreft de evaluatie van het JEM algorithme en de ontwikkeling van automatische classificatietechnieken voor HRR en ISAR.

Referenties

[1] J. van der Straeten, "Wie is vriend, wie is vijand? Het identificatieprobleem bij de luchtverdediging", Militaire Spectator, jaargang 160, vol. 4, pp 186-190, 1991.

[2] M.R. Bell en R.A. Grubbs, "JEM modeling and measurement for radar target identification", IEEE AES, vol. 29, no. 1, pp 73-87, 1993.

[3] J.L. Walker, "Range-Doppler imaging of rotating objects", IEEE AES, vol. 16, no. 1, pp 23-52, 1980

[4] G.A. van der Spek, "Radarontwikkelingen", Tijdschrift van het Nederlands Electronica- en Radiogenootschap, deel 58, nr. 3, pp 93-97, 1993

Voordracht gehouden tijdens de 421e werkvergadering

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
422e werkvergadering

UITNODIGING

voor de algemene ledenvergadering en werkvergadering van het NERG op woensdag 30 maart 1994 in het PTT Telecom Vergadercentrum, Burg. Fockema Andrealaan 15, Utrecht.

THEMA: TELECOM TE KOOP

De afgelopen jaren is veel energie en geld gestoken in belangrijke telecommunicatietechnieken zoals ISDN, GSM, en DECT. De technieken zijn vrijwel uitontwikkeld, randapparatuur en diensten zijn echter pas sinds kort commercieel verkrijgbaar. In deze werkvergadering worden toepassingen gepresenteerd en gedemonstreerd van het nieuwste wat op telecomgebied in de winkel ligt.

PROGRAMMA;

09.15-09.30 uur:	Ontvangst
09.30-10.30 uur:	ISDN met demonstratie
	Dhr. L. Gijbels
	PTT Telecom District Utrecht
10.30-11.45 uur:	Koffie
10.45-11.30 uur:	Multimedia
	Dr.ir. R.H.J.M. Plompen,
	PTT Telecom Netwerkbedrijf
11.30-12.30 uur:	**Algemene ledenvergadering**
12.30-13.45 uur:	**Lunch**
13.45-14.45 uur:	GSM met demonstratie
	Ir.F.J.M. van Kuppeveld
	PTT Mobiele Communicatie Diensten
14.45-15.00 uur:	Thee
15.00-16.00 uur:	DECT met demonstratie
	Ir.J.F.L. Tol,
	PTT Telecom District Rotterdam
16.00 uur:	Borrel en sluiting

Aanmelding voor deze dag dient te geschieden vóór 16 maart aanstaande door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 70 cent.

Leden van het NERG en studenten hebben gratis toegang.De kosten voor deelname voor niet-leden bedragen *f* 15,00.
Betalingen dienen vóór 16 maart te zijn ontvangen op girorekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, postbus 39, 2260 AA Leidschendam.

Namens het NERG
Ir. P.R.J.m. Smits, programmacommissaris
tel. 070 - 332 51 12 (administratie NERG)

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
423e werkvergadering

UITNODIGING
voor de werkvergadering van het NERG en het bezoek aan de beurs Het Instrument 1994 op donderdag 14 april 1994 in de Jaarbeurs te Utrecht.

THEMA: METEN AAN GLAS- HET INSTRUMENT 1994

PROGRAMMA;

08.30-09.00 uur:	Ontvangst en koffie
09.00-09.45 uur:	Glasvezelmeetmethodieken
	Ing. M.H.H.R. Leenen,
	Ingenieursbureau Van Drunen en Van Dalen BV
09.45 10 30 uur:	Metingen ten behoeve van glasfiberproductie
	J. Mezger,
	Plasma Optical Fiber
10.30-11.00 uur:	Pauze
11.00-11.45 uur:	Polarisatieverschijnselen bij backscattermetingen
	Ing. A. Harteveld,
	NKF Kabel BV
11.15-11.45 uur:	Glasvezelmetingen in de praktijk
	W. Steenbergen,
	PTT Telecom Kabel- en Radioverbindingen
12.30-13.00 uur:	Lunch aangeboden door Het Instrument
vanaf 13.00 uur:	Bezoek aan Het Instrument

Aanmelding voor deze dag dient te geschieden vóór 31 maart aanstaande door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 70 cent.

De toegang voor NERG-leden bedraagt bij voorinschrijving *f* 12,50. U ontvangt dan vooraf een badge en gratis de instrumentengids Het Instrument.
Betalingen dienen vóór 31 maart te zijn ontvangen op girorekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, postbus 39, 2260 AA Leidschendam.

Indien u zich wel heeft ingeschreven maar onverhoopt niet tijdig kunt betalen, dan kunt u in de Jaarbeurs een toegangsbewijs à *f* 17,50 kopen. U ontvangt dan geen instrumentengids.

Deelname voor niet-leden is in verband met de uniforme prijsstelling voor de congressen slechts mogelijk à raison van *f* 200,- (of door aanmelding als NERG-lid).

Namens het NERG
Ir. P.R.J.M. Smits, programmacommissaris
tel. 070 - 332 51 12 (administratie NERG)

Polarisatie gevoeligheid van Single Mode OTDR's

Ing. Arend Harteveld
N.K.F.Kabel B.V.

Polarization sensitivity in Single Mode OTDR's

De optische tijd domein reflectometer (OTDR) is zonder enige twijfel het meest populaire instrument voor het meten van verliezen in glasvezel systemen.
Deze techniek biedt dan ook een aantal belangrijke voordelen t.o.v. andere meettechnieken. Zo is het mogelijk om enkelzijdige metingen uit te voeren, en om plaatselijke verstoringen en verliezen te lokaliseren en te meten. De techniek heeft echter ook een aantal praktische en theoretische beperkingen. Een onder gebruikers wat minder bekend probleem is polarisatie gevoeligheid. De oorzaken en gevolgen van polarisatie gevoeligheid zullen worden besproken. Tevens wordt een methode gepresenteerd om polarisatie gerelateerde problemen te voorkomen.

Rayleigh scattering

De OTDR techniek maakt gebruik van een fenomeen dat Rayleigh scattering (verstrooiing) wordt genoemd. Rayleigh verstrooiing wordt veroorzaakt door kleine fluctuaties in de brekingsindex van de glasvezel.

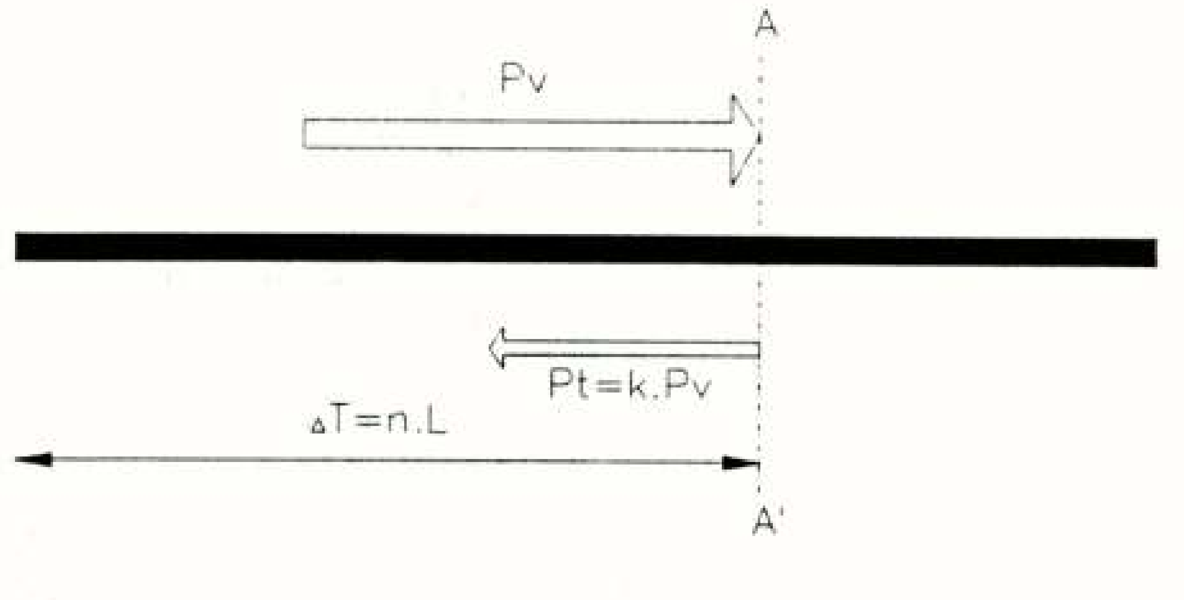
Deze fluctuaties worden veroorzaakt door kleine variaties in de dichtheid en samenstelling van het materiaal. Aangezien de afmetingen waarover deze fluctuaties optreden zeer klein zijn (kleiner dan de golflengte van het licht) zal het licht in de glasvezel gedeeltelijk in alle richtingen worden verstrooid. Het grootste gedeelte van het verstrooide licht gaat door uitstraling via de cladding (mantel) verloren, en levert daarmee de belangrijkste bijdrage aan de verliezen van een glasvezel. Een klein gedeelte blijft echter in de kern van de vezel gevangen, en zal zich in zowel voorwaartse als terugwaartse richting voortplanten. Het gedeelte van het verstrooide licht dat bij de bron terugkeert wordt in de OTDR gebruikt om het vermogensniveau langs de vezel te bepalen.

Een belangrijke eigenschap van Rayleigh scattering is dat de 'strooikernen' zich als dipool gedragen. Dit betekent dat de mate van verstrooiing afhankelijk is van de ruimtelijke oriëntatie van de dipool t.o.v. de polarisatierichting van het voorwaarts gepropageerde licht.

Het OTDR principe

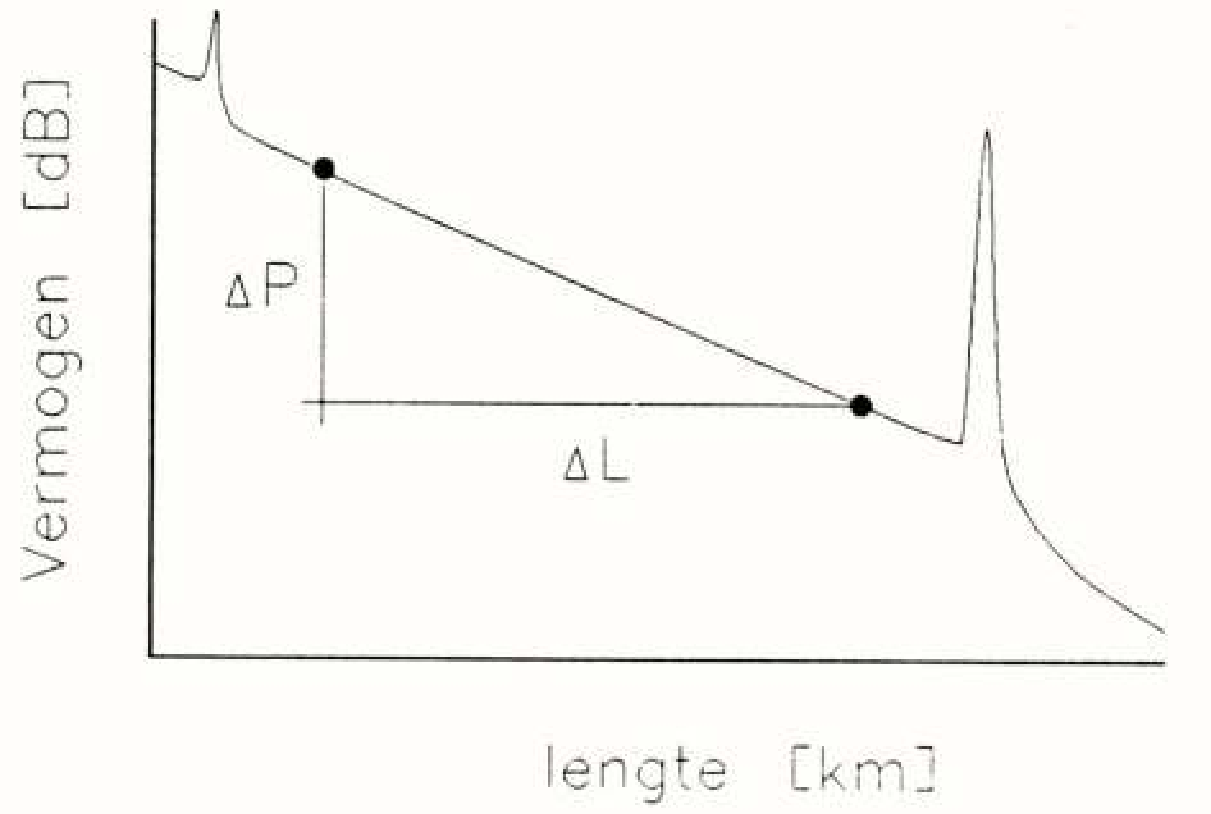
Het teruggestrooide vermogen afkomstig van doorsnede A-A' (zie figuur 1) is evenredig met :

1)Het voorwaarts gepropageerde vermogen ter plaatse van A-A'
2)De verstooiingsverliezen, afhankelijk van golflengte en kerndotering
3)Numerieke Apertuur ofwel acceptatiehoek van de vezel.



Figuur 1 Principe OTDR

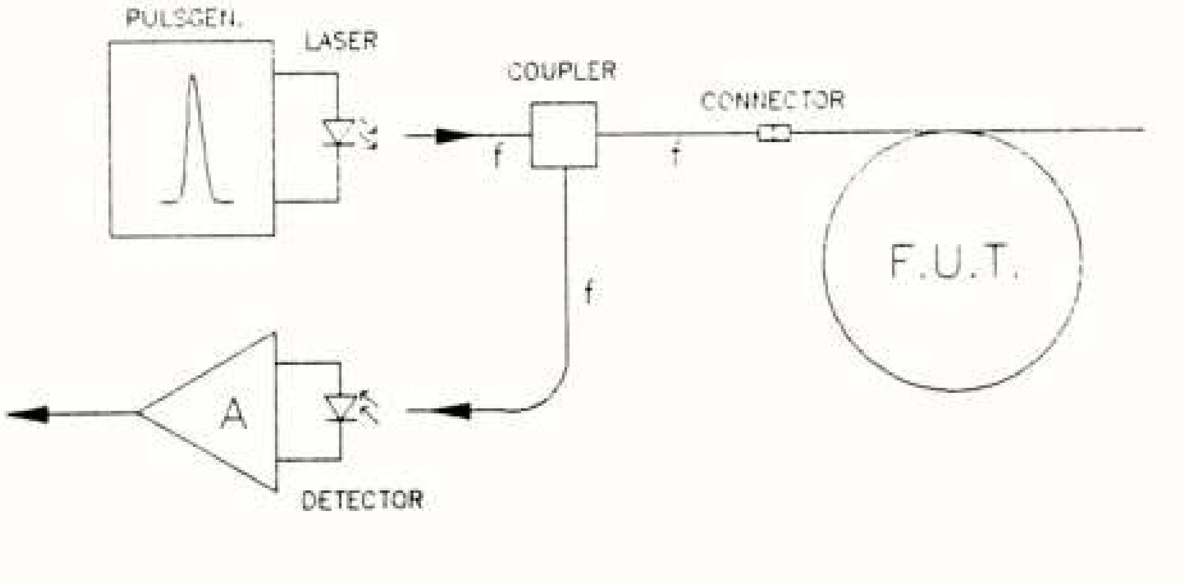
De OTDR zendt lichtpulsen in de te testen vezel, en registreert vervolgens het vermogen van het teruggestrooide licht als functie van de tijd. Aangezien het vermogen van het teruggestrooide licht evenredig is met dat van het voorwaarts gepropageerde licht, en de looptijd evenredig is met de afgelegde weg in de vezel, wordt op deze manier de vermogensverdeling over de lengte van de vezel bepaald. Hieruit kan dan op eenvoudige wijze de demping van een vezel worden afgeleid. (figuur 2)



Figuur 2 Bepaling van de vezeldemping

Een belangrijke voorwaarde is echter wel dat het verband tussen voorwaarts en teruggestrooid vermogen over de gehele vezel constant is.

Coupler



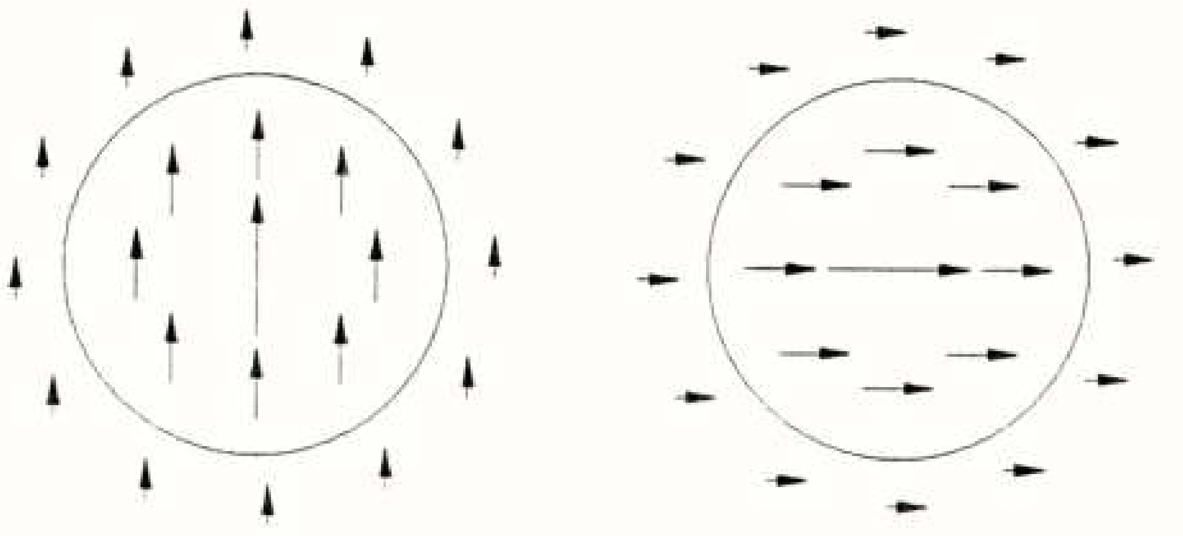
figuur 3 Schema optisch deel OTDR

Zoals in figuur 3 is aangegeven wordt zowel de laser als de detector m.b.v. een coupler met de te testen vezel verbonden. Aan deze coupler

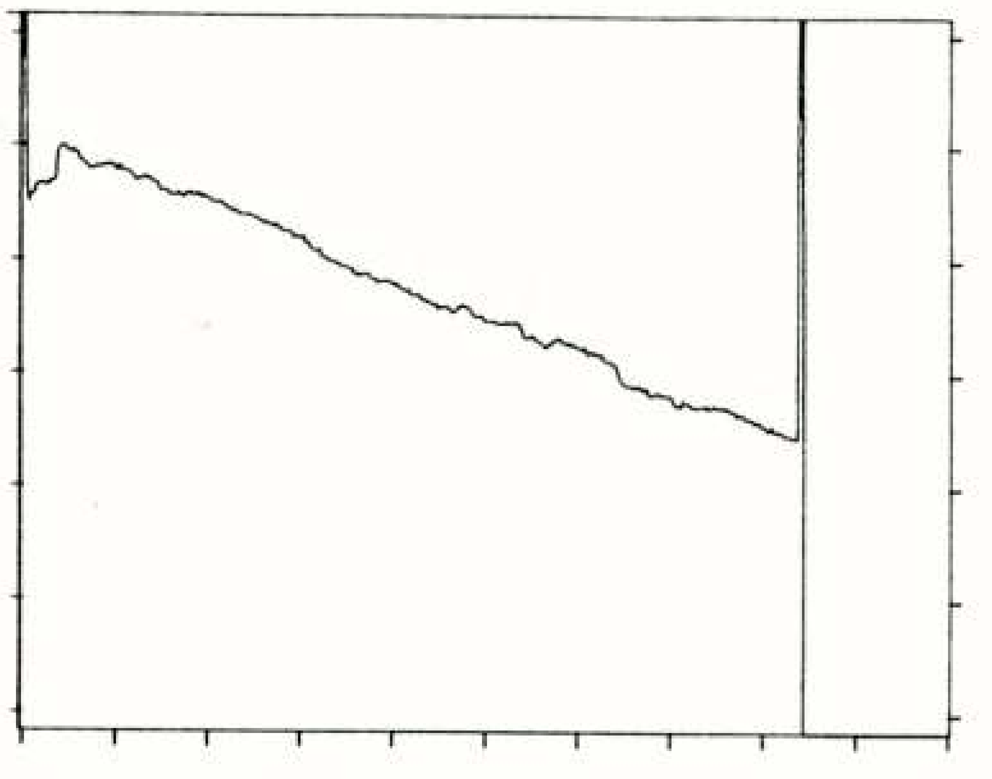
dienen hoge eisen ten aanzien van isolatie tussen laser en detector te worden gesteld. Dit om te voorkomen dat door directe instraling de detector in verzadiging wordt gestuurd.
Ook sterke reflecties, b.v. afkomstig van de connector van het apparaat kunnen de zeer gevoelige detector gemakkelijk oversturen. Vandaar dat veel OTDR's zijn uitgerust met een voorziening om sterke reflecties te onderdrukken.
Zowel een goede isolatie als het onderdrukken van reflecties is mogelijk door toepassing van een Opto Akoestische schakelaar. Deze schakelaar fungeert in feite als wisselschakelaar, waarmee beurtelings de laser en de detector met de te testen vezel kan worden verbonden. Door op het moment dat een sterke reflectie wordt ontvangen de weg naar de detector te onderbreken, kan tevens worden voorkomen dat deze reflectie de detector overstuurt.
Een nadeel van dit soort schakelaars is echter dat ze vaak enige polarisatie afhankelijkheid vertonen. Gezien het feit dat de laser bijna perfect lineair gepolariseerd licht uitzend, mag worden aangenomen dat het licht in de vezel ook gepolariseerd zal zijn. Wanneer de polarisatierichting van het gepropageerde licht in de vezel verandert, zal ook de polarisatie toestand (State Of Polarisation : SOP) van het teruggestrooide licht veranderen. Wanneer nu het detectiecircuit van de OTDR (inclusief schakelaar) een zekere polarisatie afhankelijkheid vertoont, leidt dit tot schijnbare vermogensvariaties. Hierdoor wordt niet langer voldaan aan de voorwaarde dat het verband tussen voorwaarts en het gedetecteerde teruggestrooide vermogen over de gehele vezel constant is, zodat een nauwkeurige bepaling van de demping van een vezel niet langer mogelijk is. In tegenstelling tot meetfouten die het gevolg zijn van variaties in acceptatiehoek of scatterverliezen (b.v. bij het lassen van vezels met een verschillende mode-velddiameter) kunnen meetfouten die worden veroorzaakt door de polarisatie gevoeligheid van de OTDR niet worden geëlimineerd door het uitvoeren van een dubbelzijdige meting.

Dubbele breking

Standaard Single mode vezels zijn in feite bi-modaal. D.w.z. dat twee orthogonaal gepolariseerde modi door de vezel kunnen worden gepropageerd. (zie figuur 4)
Bij ideale vezels zal de ingangspolarisatie behouden blijven. Praktische vezels vertonen echter altijd een zekere mate van dubbele breking. Dit betekent dat de twee polarisatie modi zich met een iets verschillende snelheid door de vezel voortplanten. Hierdoor ontstaat tussen de twee modi een faseverschil, dat toeneemt met de in de vezel afgelegde weg. Het gevolg is een plaatsafhankelijke polarisatietoestand. De vraag is nu of er een verband bestaat tussen de polarisatie toestand van het voorwaarts gepropageerde en het teruggestrooide licht. Hierbij is de eigenschap dat 'scatterkernen' zich gedragen als dipool van belang. Aangezien glas een amorfe structuur heeft zullen de scatterdipolen random georiënteerd zijn. Het gevolg is dat de SOP tijdens het scatterproces behouden blijft, zodat ook de polarisatie toestand van het teruggestrooide licht plaatsafhankelijk zal zijn. Hierdoor ontstaan bij een polarisatie gevoelige OTDR variaties in het gedetecteerde vermogen. (zie figuur 5)



figuur 4 E-veldverdelingen van twee polarisatiemodi in glasvezelkern



figuur 5 Verstoringen op BS trace

Overigens leidt polarisatie gevoeligheid niet altijd tot merkbare verstoringen in de backscattertrace. De mate waarin verstoringen zich zullen manifesteren is sterk afhankelijk van het gedrag van de te meten vezel. Zo zullen bij een sterke koppeling tussen de twee polarisatie-modi de faseverschillen beperkt blijven.
Verder is het zo dat de horizontale resolutie van een OTDR wordt beperkt door de gebruikte pulsbreedte. Wanneer de polarisatie veranderingen zich voornamelijk over relatief korte lengten manifesteren, zal het oplossend vermogen van de OTDR vaak te klein zijn om dit soort variaties te kunnen registreren.
Daarom worden de effecten van polarisatie gevoeligheid met name waargenomen bij verkabelde vezels.
Door kleine buigingen (micro bending) die ontstaan wanneer een 'kale' vezel in meerdere lagen op een spoeltje wordt gewikkeld wordt de koppeling tussen de twee polarisatie modi sterk bevorderd. Hierdoor blijven de verstoringen over het algemeen zeer beperkt. Bij verkabelde vezels, waarbij mechanische spanningen en buiging zoveel mogelijk wordt beperkt kan een gegeven polarisatie toestand over veel grotere lengte blijven bestaan, zodat de verstoringen veel sterker naar voren komen.

Polarisatie

Het zal duidelijk zijn dat door polarisatie geïnduceerde verstoringen alleen kunnen ontstaan dankzij het feit dat de laser gepolariseerd licht uitzendt.
Een voor de hand liggende methode om problemen t.a.v. polarisatie afhankelijkheid in meetsystemen te voorkomen is dan ook om gebruik te maken van ongepolariseerd licht. Een depolarizer kan dan ook een bevredigende oplossing bieden voor de problemen die in het voorgaande werden beschreven.
Om het principe van een depolarizer te kunnen begrijpen moeten we de eigenschappen van gepolariseerd en ongepolariseerd licht wat nader bekijken.
Iedere willekeurige polarisatietoestand kan worden opgesplitst in twee orthogonale lineair gepolariseerde componenten.
De fase- en amplitude-relatie tussen de beide componenten bepaalt de aard van de samengestelde polarisatietoestand: Lineair, circulair of in het algemeen elliptisch. Bij zuiver gepolariseerd licht geldt dat

er sprake is van een volledige fase-correlatie tussen beide componenten.

Voor zuiver ongepolariseerd licht moet aan twee voorwaarden worden voldaan:

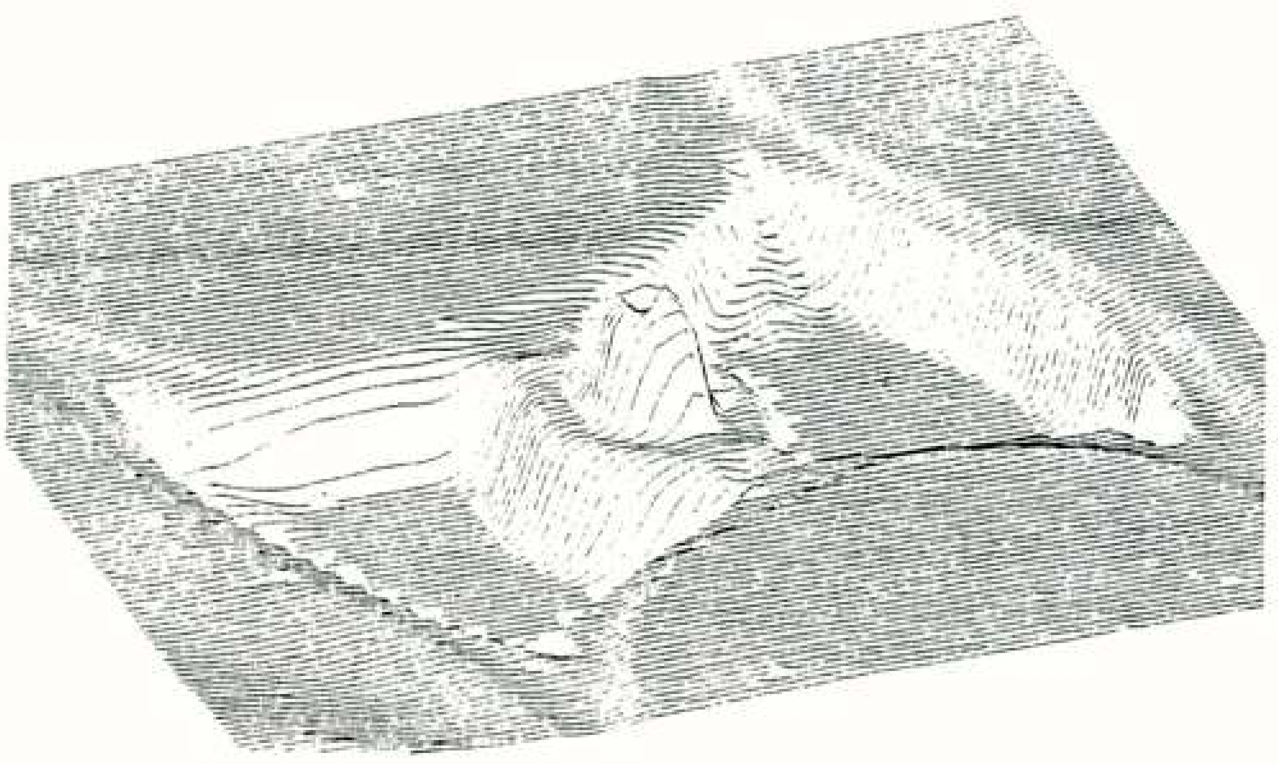
1) Er bestaat geen fase-correlatie tussen beide orthogonale componenten.

2) De amplitude van beide componenten is gelijk.

Een effectieve depolarizer zal dus niet alleen de bestaande fase correlatie moeten opheffen, maar tevens de vereiste vermogensbalans dienen te realiseren.

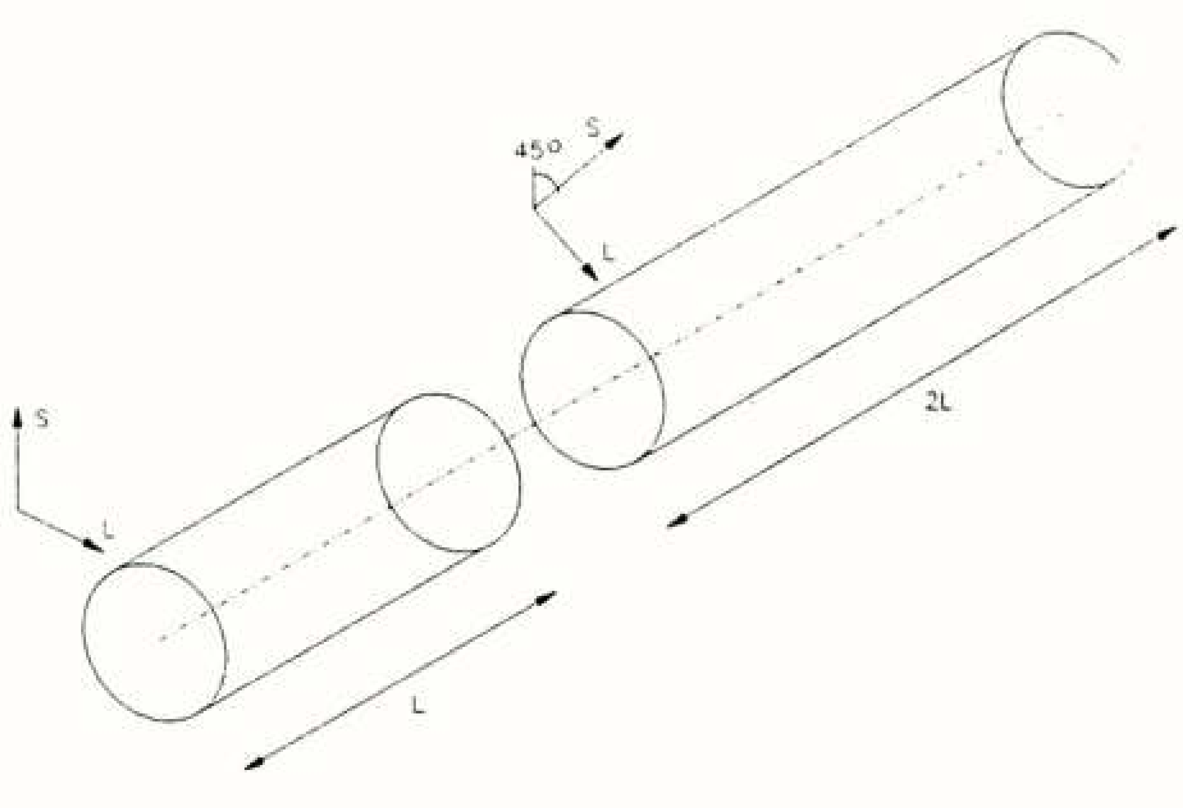
Lyot Depolarizer

Polarisatie geïnduceerde meetfouten kunnen worden voorkomen door de meting bij een groot aantal verschillende ingangspolarisaties uit te voeren, en het gemiddelde van deze metingen te bepalen. Dit kan langs mechanische weg geschieden door de aanstraalvezel periodiek te torderen, terwijl de OTDR staat uit te middelen [1], of op statische wijze door een Lyot depolarizer tussen de OTDR en de te meten vezel op te nemen.



figuur 6 3D brekingsindex profiel HiBi vezel

De Lyot depolarizer is opgebouwd uit twee secties sterk dubbelbrekende (High Birefringent : HiBi) vezel (figuur 6), die 45° geroteerd aan

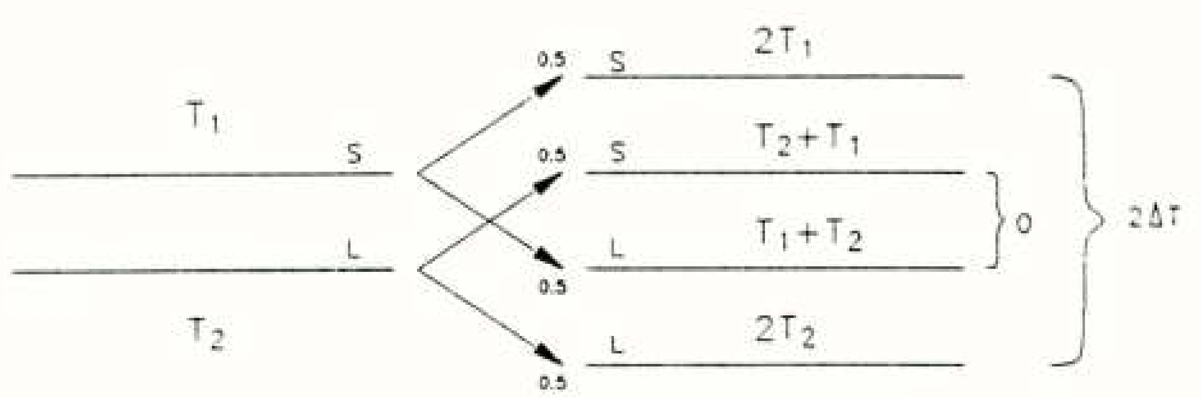


figuur 7 Opbouw Lyot Depolarizer

elkaar zijn gelast. (zie figuur 7) Het principe van de depolarizer berust op het feit dat iedere praktische lichtbron een zekere spectrale breedte bezit.

Hierdoor blijft de correlatielengte en correlatietijd beperkt. Wanneer we er in slagen één van de polarisatiemodi zodanig t.o.v. de andere mode te vertragen dat de fasecorrelatie verloren gaat, zal het oorspronkelijk zuiver gepolariseerde licht (gedeeltelijk) overgaan in ongepolariseerd licht. Bij een willekeurige ingangspolarisatie zal over het algemeen geen sprake zijn van de tevens noodzakelijke vermogensbalans. Slechts wanneer beide modi in de HiBi vezel even sterk worden aangestraald, zal bij een zekere minimale vezellengte zuiver ongepolariseerd licht ontstaan. Dit is in praktijk alleen te verwezenlijken door de HiBi vezel direct aan de laser te koppelen. Teneinde een ingangspolarisatie onafhankelijke depolarizer te construeren wordt gebruik gemaakt van de Lyot constructie. Zoals gezegd bestaat de Lyot depolarizer uit twee secties. Doordat de tweede sectie 45° is gedraaid t.o.v. de eerste, koppelt iedere mode uit de eerste sectie precies de helft van het door deze mode gepropageerde vermogen in iedere mode van de tweede sectie. Hierdoor ontstaat, onafhankelijk van de aan de eerste sectie aangeboden ingangspolarisatie, in de tweede sectie de vereiste vermogensbalans.

De minimaal toe te passen sectielengte, L is afhankelijk van de spectrale breedte (correlatietijd) van de bron en de Polarisatie-mode dispersie van de toegepaste HiBi vezel. Bij een willekeurige ingangspolarisatie zal het licht aan het uiteinde van eerste sectie slechts gedeeltelijk ongepolariseerd zijn. Teneinde deze restpolarisatie op te heffen dient de tweede sectie dus minstens even lang te zijn als de

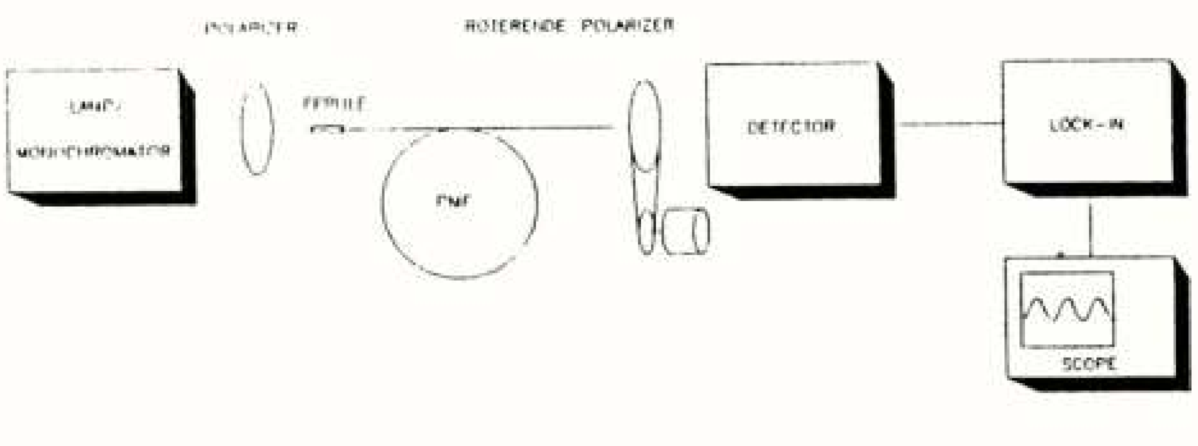


figuur 8 Looptijden in Lyot Depolarizer

eerste sectie. Dit is echter niet voldoende. Wanneer voor beide secties de zelfde lengte wordt gekozen zal het in de eerste sectie ontstane looptijd verschil, voor een gedeelte van het gepropageerde vermogen, in de tweede sectie weer worden gecompenseerd. (zie figuur 8). Pas wanneer we de tweede sectie minimaal twee keer zo lang maken als de eerste, zal het uittredende licht, onafhankelijk van de polarisatietoestand aan de ingang, zuiver ongepolariseerd zijn.

Efficiëntie

Bepalend voor de kwaliteit van de depolarizer is de hoek-nauwkeurigheid waarmee de twee vezels aan elkaar worden gelast. Tijdens experimenten bleek dat de gewenste nauwkeurigheid niet met behulp



figuur 9 Meetopstelling voor afregeling rotatiehoek

van eenvoudige mechanische middelen kon worden bereikt. Daarom werd gebruik gemaakt van een meetopstelling, waarmee de rotatiehoek nauwkeurig kon worden afgeregeld. (zie figuur 9)

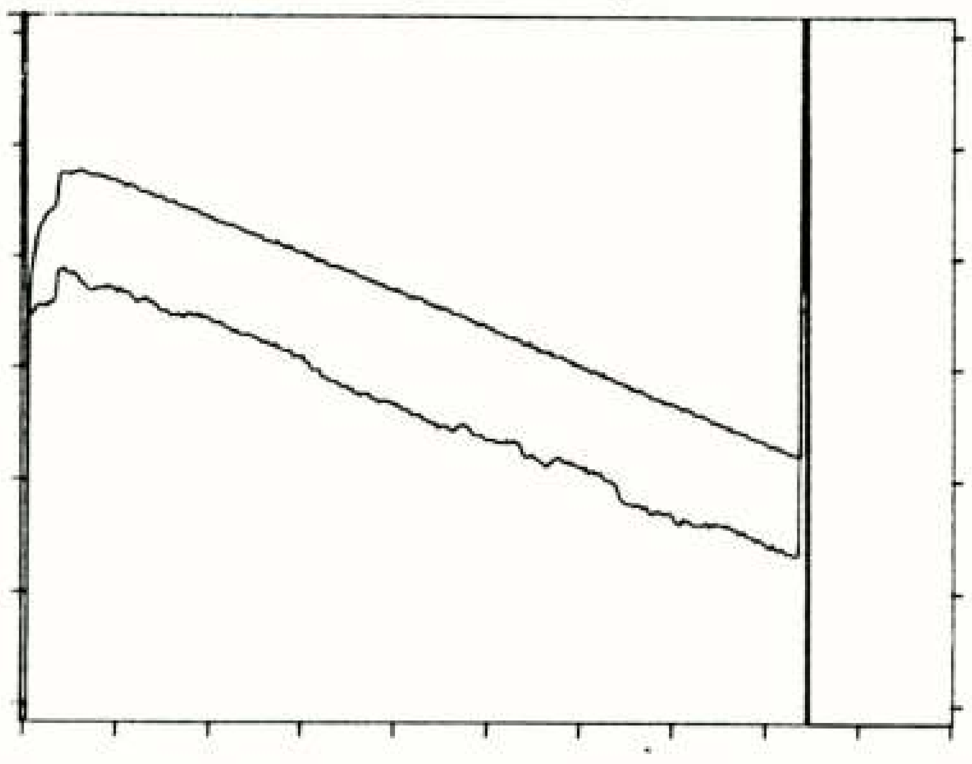
De opstelling bestaat uit een lamp/monochromator combinatie en een vaste polarisator als bron, en een roterende analysator, detector en Lock-in amplifier als detectie-systeem. De variaties in het gedetecteerde vermogen werden m.b.v. een oscilloscoop zichtbaar gemaakt.

Voor het lassen van de vezels werd de volgende procedure gehanteerd:

Het eerste stuk vezel wordt aan de ingang voorzien van een ferrule, en tussen bron en detector geplaatst. Door de ferrule te draaien kan de vezel zodanig worden aangestraald dat het gedetecteerde vermogen maximaal varieert. De vezel wordt in dat geval exact in de snelle of langzame as aangestraald.

Hierdoor is men ervan verzekerd dat het uittredende licht zuiver lineair gepolariseerd zal zijn. Vervolgens wordt het uiteinde van de vezel in het lasapparaat gezet, en het tweede stuk vezel provisorisch tussen dit uiteinde en het detectie-systeem gekoppeld. Door nu de tweede vezel in de klemmen van het lasapparaat zodanig te roteren dat er geen vermogensvariaties meer worden waargenomen, kan de rotatiehoek nauwkeurig op 45° worden afgeregeld. Tenslotte worden de vezels aan elkaar gelast. De op deze wijze vervaardigde depolarizers vertonen een restpolarisatie van ten hoogste 1%.

Gezien het feit dat de depolarizer zowel in voorwaartse als terugwaartse richting werkzaam is, zal door toepassing ervan, de polarisatie-gevoeligheid van de OTDR met minstens 40 dB worden onderdrukt. Figuur 10 illustreert de werking van de depolarizer.



figuur 10 Effect van Depolarizer:
Boven: Met depolarizer
Onder: Zonder depolarizer

Conclusie

Polarisatie gevoeligheid van een OTDR kan leiden tot onacceptabele meetfouten.

Door toepassing van een externe Lyot depolarizer kan de polarisatie afhankelijkheid van een bestaande OTDR echter sterk worden verbeterd.

Literatuurlijst

[1] OTDR measurements on fibre ribbons :
Backscatter trace dependence on polarisation state of light
Bischoff & Perny EFOC & N '93 pp 75-79

[2] Temperature dependence of bend- and twist induced birefringence in a low-birefringence fiber
Ren, Robert & Paratte Optics Letters Jan 1988
Vol 13 N1 pp 62-64

[3] Birefringence measurement in optical fibers bij Polarisation optical time-domain reflectometry
Ross Applied Optics Okt 1982
Vol 21 N19 pp 3489-3495

[4] Fiber Optic reflection measurements using OCWR and OTDR techniques
Kapron, Adams, Thomas & Peters Journal of Lightwave Technology Aug 1989
Vol 7 N8 pp 1234-1241

[5] Reduction of polarization sensitivity of Optical time domain reflectometers for single mode fibers
Brinkmeyer & Streckert Journal of Lightwave Technology Mei 1986
Vol LT4 N8 pp 513-515

[6] Forward-backward transmission in birefringent single mode fibres: interpretation of polarization sensitive measurements
Brinkmeyer Optics Letters Nov 1981
Vol 6 N11 pp 575-577

[7] Polarization holding and anisotropic Rayleigh scattering in birefringent single mode fibers
Barfuss & Brinkmeyer Journal of optical society of Amerika Apr 1986
Vol 3 N4 pp 426-431

[8] Performance of Lyot depolarizers with birefringent single mode fibers
Böhm, Petermann & Wiedel Journal of Lightwave Technology Maart 1983
Vol LT1 N1 pp 71-74

[9] Degree of polarization in jointed fibres: The Lyot depolarizer
Mochizuki Applied optics Okt 1984
Vol 23 N19 pp 3284-3288

[10] Single mode fiber optics (principles and applications)
Jeunhomme Uitg: Dekker inc.
ISBN 0-8247-7020-X

Voordracht gehouden tijdens de 423e werkvergadering

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
424e werkvergadering

UITNODIGING voor de werkvergadering van het NERG op woensdag 18 mei 1994 in Collegezaal A, Gebouw Electrotechniek, Technische Universiteit Delft, Mekelweg 4, Delft.

THEMA: RADIOZENDAMATEURISME

Uitreiking Vederprijzen

Deze middagvergadering wordt door het NERG en de VERON gezamenlijk georganiseerd. Radiozendamateurs hebben vaak voorop gelopen in het ontwikkelen van nieuwe technologieën en toepassingen op radiogebied. De lezingen van deze middag zullen dit bij uitstek laten zien. Aan het einde van het programma zal een tweetal Vederprijzen worden uitgereikt.

PROGRAMMA;

13.30-14.00 uur:	Ontvangst en koffie 14.00-14.30 uur: Inleiding over het experimenteel radiozend amateurisme
	Th.I. Sprenger, PA3AVV, Algemeen voorzitter van de VERON
14.30-15.10 uur:	Onderzoek van propagatie in de 50 MHz-band
	H.J. Schanssema, PA2HJS
15.10-15.50 uur:	Packet Radio (met demonstratie)
	C.N. Olievier, PE1AIO
15.50-16.10 uur:	Pauze
16.10-16.50 uur:	Amateurs en microgolftechnologie
	A.A. Dogterom, PA0EZ
16.50-17.30 uur:	Frequentiestabilisatie van variabele oscillatoren (met demonstratie)
	K. Spaargaren, PA0KSB
17.30-18.00 uur:	Considerans
	Prof.dr. J.Chr. Arnbak, Bestuurslid Stichting Wetenschappelijk Radiofonds Veder
	Uitreiking Vederprijzen
	Mw. F. Kosters, Bestuurslid Stichting WERA-fonds
18.00 uur:	Sluiting

Een aantal zendamateurs zal zelfgemaakte apparatuur exposeren.

Aanmelding voor deze dag dient te geschieden vóór 11 mei aanstaande door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 70 cent. Het aantal deelnemers is beperkt tot 200. Wanneer u niet kunt deelnemen krijgt u persoonlijk bericht.

Leden van NERG, de VERON en studenten hebben gratis toegang. De kosten van deelname voor niet-leden bedragen *f* 15,00. Betalingen dienen vóór 11 mei te zijn ontvangen op girorekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, postbus 39, 2260 AA Leidschendam.

Namens het NERG,
Ir. P.R.J.M. Smits, programmacommissaris
tel. 070 - 332 51 12 (administratie NERG)

CONSIDERANS VEDERPRIJZEN 1993

uitgesproken door

Prof.dr. J.C. Arnbak TU Delft

Op deze interessante studiemiddag over het radiozendamateurisme is het mij een bijzonder genoegen een toelichting te mogen geven op de twee prijzen die het Wetenschappelijk Radio Fonds Veder heeft toegekend aan een drietal jonge mensen. Deze drie hebben, naar het oordeel van het bestuur van het Radiofonds de meest bijzondere bijdragen geleverd in 1993 aan de voortgang van de radiowetenschap en de hoogfrequent technieken in Nederland. Zij hebben dat alle drie gedaan in het kader van hun promotie-onderzoek, en misschien zult u dan zeggen: dat is professioneel werk, en dat past niet op een dag van en voor amateurs. Daartegen zou ik willen stellen dat ook professionals hun werk lief kunnen hebben, en het woord "amateur" betekent letterlijk een "liefhebber" - en niet, zoals sommigen denken, een minder kundig of minder handig persoon. Wel kan 'amateur' zijn betekenen dat men iets niet doet om het geld, en dat past zeker op de jonge promovendi in Nederland in de jaren '90! Kortom, ik stel dat deze prijsuitreiking goed geprogrammeerd is op deze dag van en voor liefhebbers.

Het bestuur van het WERA fonds Veder bestaat uit:
Mw. E.J. Kosters-van Hoboken (vz)
Mw. F. Kosters
Prof.dr. J.C. Arnbak
Ir. D.W. Rollema
Prof.dr.ir. G. Brussaard
Ir. W.P. Wapenaar
Prof.dr.ir. J. Davidse
Dr.ir. L.E. Zegers
Prof.ir. A. Kok Dhr. C. de Hoog (secr)
Prof.dr. H. de Waard

Het eerste project dat ik op aanwijzing van het Bestuur aan de orde mag stellen is een samenwerkingsproject tussen het Groningse Laboratorium van de Stichting Ruimteonderzoek Nederland (SRON) en het Laboratorium voor Technische Fysica van de Rijksuniversiteit Groningen. Financiële steun is verleend door o.a. de European Space Agency (ESA) en de Stichting voor Technische Wetenschappen (STW). De uitvoerders waren.

Mw. Dr.ir. C.E. Honingh, thans Universität Köln

en

Dr.ir. G. de Lange, thans MIT

Hun promotor was Prof.dr.ir. T.M. Klapwijk. Als mentor bij SRON fungeerde Dr. T. de Graauw.

Beide onderzoekers hebben in 1993 hun baanbrekend onderzoek afgerond op het klassieke gebied van heterodyne detectie, maar wel in het hoogst geavanceerde en maagdelijk schone frequentiegebied van 300 tot 900 GHz, boven de hoogste ITU-banden in het overzicht van de heer Dogterom. Hun onderzoek heeft bestaan uit het toepasbaar maken tot aan 900 GHz van radiotechnieken bekend van lagere frequenties. Daarbij is een gevoeligheid bereikt die bepaald is door de quantumlimiet. Gebruik is gemaakt van supergeleidende niobium tunneljuncties van sub-micronafmetingen, uitgerust met een circuit voor geïntegreerde afstemming. De onderzoekers hebben dit onderzoek gecompleteerd door een volledige theoretische analyse van de prestaties van het instrument, tot aan frequenties ver in het submillimeter of ver-infrarood gebied.

De twee onderzoekers hebben daarmee een leidende rol in de wereld



ingenomen voor de ontwikkeling van ontvangers voor dit frequentiegebied, dat van zeer groot belang is voor astronomisch en atmosferisch spectraal onderzoek, zowel vanaf de aarde (Maxwell telescoop op Hawaii) en vanuit vliegtuigen voor de atmosferische metingen als vanuit de satellieten voor astronomisch of atmosferisch onderzoek.

De grote uitdaging van dit onderzoek was gelegen in de brug die moest worden geslagen tussen de optische technieken, die in het infrarood gebruikt worden, en de bekende microgolftechnieken die voor millimetergolven worden toegepast: uiterst kleine golfpijpen, minieme afstemelementen, zeer kleine niet-lineaire elementen om de capaciteit te verminderen, geïntegreerd met de extreme niet-lineariteiten haalbaar met supergeleidende tunneljuncties. Gecombineerd met de uitdaging om de hoogst mogelijke gevoeligheid te halen hebben de onderzoekers het onderste uit de kan moeten halen in het inzicht in, en het gebruik van, de fysische begripsvorming voor deze detectietechniek, waarbij met grote nauwkeurigheid de impedanties bepaald kon worden, die door de detectie-elementen gezien worden.

Mevrouw Honingh heeft de eerste stappen gezet tot circa 350 GHz en de heer de Lange heeft vervolgens de estafette overgenomen om door te stoten naar de quantumlimiet bepaald door de kleine gap van de toegepaste Josephson-junctie. Rond deze 890 GHz is de ruis van de atmosfeer zeer laag.

Kortom, het bestuur van het Vederfonds is zeer onder de indruk van deze resultaten, die zeer goed passen in de wetenschappelijke doelstelling van het Fonds.

Het tweede werk dat het bestuur voor 1993 wil bekronen is eveneens promotie-onderzoek, ook uitgevoerd met steun van STW, en toch van een geheel andere aard. In de eerste plaats gaat het hier om glasvezel-communicatie, niet detectietechnieken ten behoeve van ruimte-onderzoek door middel van radiogolven. In de tweede plaats waren de meest uitdagende limieten in dit werk niet zo zeer fysisch als economisch van aard. Er is met andere woorden hier sprake van een praktische doorbraak in de elektronische ontwerptechniek. Het zal u dan ook niet verbazen dat in dit geval niet natuurkundig ingenieurs, doch een elektrotechnisch ingenieur in de prijzen valt. Dit is

Dr.ir. Dick van den Broeke

die met Prof.dr.ir. J. Davidse als promotor zijn doctorsbul hier in Delft behaalde.

Dr. van den Broeke heeft de kunst verricht om een meerkanaal optisch transmissiesysteem te realiseren waarbij PIN-diodes en halfgeleiderlasers de enige onderdelen zijn die niet op één chip in respectievelijk de ontvanger en de zender geïntegreerd zijn. Met zulke goedkope optische halfgeleider-componenten zijn uiteraard veel niet-lineariteiten te verwachten; om die reden is gebruik gemaakt van een onconventionele gecombineerde multiplex- en modulatie-methode, namelijk tijdverdeelde kanalen met puls positie modulatie. Een pro-

totype van dit systeem is gerealiseerd, waarmee 4 videosignalen volgens de PAL-standaard overgebracht kan worden op één glasvezel. Meer videokanalen zijn mogelijk indien het chip-ontwerp niet gebaseerd is op een semi-custom, maar op een full-custom benadering.

Het bestuur van het Vederfonds vond de integratie op één chip van zenders en ontvangers voor een zo complex en krachtig transmissiesysteem een schitterend technisch huzarenstuk. Dit te meer omdat de CCIR-kwaliteitseisen voor videotransmissie van omroepsignalen nagenoeg gehaald worden, en wel tegen veel lagere kosten dan in een professioneel systeem. (U merkt het -op deze dag van de amateurs wordt graag gesteld dat het professionele niveau goed te benaderen is door vindingrijke alternatievelingen). Dit betaalbare systeem zou toepassingen kunnen vinden in bewakingssystemen, onderwijsstudio's en kleine multi-mediale organisaties - kortom, als electronische snelweg in omgevingen waar niet de amerikaanse dollar doch de hollandse centjes tellen.

Het Bestuur vond het niet juist om deze twee voortreffelijke onderzoeken tegen elkaar te wegen, en heeft dan ook unaniem besloten om ze allebei te bekronen als bijdragen uit 1993 dit het meest hebben bijgedragen tot de realisatie van de doelstellingen van de oprichter van het WERA fonds Veder.

Het is mij dan ook een bijzonder genoegen het woord thans te geven aan een achterkleinkind van de oprichter van het fonds. Mevrouw Kosters, mag ik u verzoeken uitvoering te geven van de intenties van de heer Veder?



Uitreiking van de oorkonde aan dr. ir. D. van den Broeke



De gelukwensen van Mevrouw F. Kosters aan mevr. dr. ir. C.E. Honingh en aan dr. ir. G. de Lange

PROF. IR. L.H.M. HUYDTS (1890-1974), ELEKTRONICA-PIONIER

ir. W.W. Schongs Pr. Eng.
T.U. Delft,
Werkgroep Geschiedenis der Elektrotechniek

Summary

A historical overview is given of the professional career of Professor Huydts, who is regarded as the founder "par excellence" of both, electronics and electronic instrumentation in The Netherlands. Associated with the Delft Technical University since 1916, he was the first person in this country ever to conduct experiments with vacuum tubes. Such "radio tubes" were gathered from forced-landed warplanes on Dutch (neutral) territory, during the 1914-1918 war. Professor Huydts then readily shaped the domain of electronics into an academic science of which he was appointed lecturer in 1932, followed by his professorship in 1946. At the time of his retirement in 1960, he had completed a technical career covering 44 years. When mechanical devices could no longer meet highest requirements, he introduced various schemes for (early) electronic instrumentation. Professor Huydts became worldwide known for his vacuum tube voltmeter, which was patented in 1930; this invention superseeded all previous designs of classical high-impedance instruments.Besides his teaching duties Professor Huydts always took a cordial human interest in his students and staff members.



Professor ir. L.H.M. Huydts (1890-1974)

De grondlegger bij uitnemendheid van het elektronica-onderwijs en van de elektronische instrumentatie in Nederland was Professor ir. L.H.M. Huydts. Volgens de overlevering had hij zo vele facetten, dat het niet eenvoudig was een goed en kompleet beeld van hem te krijgen. Desondanks is in dit opstel toch een poging hiertoe gedaan. Bij de behandeling van de historische feiten en bij de bespreking van de persoon zelve, is steeds een grote zorgvuldigheid in acht genomen. Op het eerste gezicht is het raadselachtig, dat men over deze man sedert zijn heengaan weinig meer heeft kunnen vernemen. Misschien valt dit nog het beste te verklaren uit de praktijkregel, dat historische betekenis doorgaans pas later blijkt. Ook speelt hier mee dat het een docent betreft van een vakgebied, dat in korte tijd in grote stroomversnellingen was terechtgekomen, waardoor zo'n leermeester en baanbreker voor het gevoel even snel in vergetelheid kon raken als de nieuwste uitvindingen en technieken, die hij zelf nog ex cathedra had uitgedragen. Zo bezien had Professor Huydts ook tegen, dat zijn emeritaat ongeveer samenviel met het grootste omslagpunt dat de elektronica tot dan had gekend, namelijk de overgang van elektronenbuizen naar halfgeleiders. Voor slechts korte duur kon hij de buizenfakkel nog overdragen naar zijn opvolgers, maar na luttele jaren zouden, wegens lesroosterkraptes, de vacuumbuizen plaats moeten maken voor de transistor. Daarmee verdween een essentiel deel van de sfeer, die het elektronica-onderwijs onder Huydts gekenmerkt had. Het was daarom verheugend, dat onlangs in kringen van elektronica-senioren het besef was doorgedrongen, dat men de historische betekenis van Huydts recht moest doen wedervaren. Hij was 14 jaar lector en 14 jaar hoogleraar geweest; zijn diensttijd aan de Delftse Technische Hogeschool beliep in totaal 44 jaar.

INTUÏTIE

Het exploreren en uitdragen van het vak Elektronica was zonder enige twijfel Huydts' meest prominente zijde. Geduldig en minzaam als hij was, schroomde hij niet om met die geheel eigen en zachte stem toch kritiek of duidelijke verlangens naar voren te brengen. Bijzonder typerend voor hem was zijn grote afkeer van elke vorm van "intellectueel gedoe", als benaderingsmethode of ter omkleding van bereikte resultaten. In plaats van geleerdheid of strakke konventies volgde hij veel liever zijn eigen intuïtie, die bij hem ook altijd het laatste woord leek te hebben. Dat was uiteraard zo als hij door niets of niemand afgeleid werd, maar het opmerkelijke was, dat hij dit speciale zintuig ook bij gesprekken vis à vis wist in te schakelen. Dat gebeurde dan door zijn gesprekspartners met soms uitgebreide betogen aan zich te binden, om ondertussen zijn intuïtieve geest de vrijheid te kunnen geven. Wie Huydts zo gekend hebben weten, dat bij dergelijke gelegenheden het geduld dikwijls op verrassende wijze werd beloond. Op die manier kon hij zich als geen ander in de meest uiteenlopende technische problemen invoelen en met heldere uit-

komsten komen. Echter ook als het om voorstellen in de afdelingsvergadering ging, vermocht zijn genius het om acte de présence te geven. Beslist geen rappe spreker, als hij weer eens zijn befaamde intuïtie het werk wilde laten doen, kon hij de reeds met concentratieproblemen kampende collega's plotseling met al lang niet meer verwachte scherpzinnigheid confronteren. Bijvoorbeeld kon hij tijdens een zitting over nieuwe afdelingsregels opeens wijzen op het zeer reële botsingsgevaar van twee "op zichzelf toch heel uitstekende argumenten". Wat dan tot gevolg kon hebben, dat al na korte tijd zo'n voorstel werd afgestemd. Eind dertiger jaren bleek Huydts' vooruitziende blik reeds uit zijn idee voor een algemene elektronische dienst, die alle TH laboratoria zou moeten ondersteunen; een voorstel voor de latere Centrale Elektronische Dienst (CED). Ietwat bescheiden of introvert kon hij overkomen; misschien was dat ook weer omdat, zoals wij reeds zagen, hij voortdurend bezig was zijn intuïtie te koesteren. Toch was hij zich blijkbaar goed bewust van de hoogleraarspositie. Als leider van de afdeling elektronica kon hij zijn mensen vermanen of stimuleren. Wanneer iemand zich naar Huydts' zin te lang en te intensief had toegelegd op het alleen maar verzorgen van het onderwijs, dan kon hij hem opdragen "weer eens wat in het lab te doen" en als het klaar was vervolgens zeggen: "Ga er nu maar mee naar Philips".

LEVENSLOOP

De op 14 mei 1890 te Maastricht geboren Lon Hubert Marie Huydts, slaagde in 1908 voor het diploma Rijks HBS-b.Anders dan de heersende familietraditie (de textielbranche) het wilde, ging Lon Huydts in Delft studeren, waar hij nog geen 24 jaar oud in 1914 de ingenieurstitel behaalde aan de Afdeling der Elektrotechniek van de T.H. Delft. Afgestudeerd in de Sterkstroomrichting, waren hier te lande de mogelijkheden voor een wetenschappelijk ingesteld ingenieur zo beperkt, dat hij in overleg met zijn begeleidend hoogleraar Feldmann besloot naar Mannheim te vertrekken om op het hoofdkantoor van Brown Boveri (BBC), mee te werken aan diverse nieuwe ontwerpen van elektrische machines. Niets wees nog op een vrij plotselinge en nogal drastische wending in zijn loopbaan. Toch zou de oorlog van 1914-1918 hem parten gaan spelen; al na anderhalf jaar beëindigde hij zijn dienstverband om naar Nederland terug te keren. Of hij zich niet langer veilig waande in een land in oorlog, of dat hij zich als Nederlands staatsburger loyaal wilde opstellen tegenover de neutraliteitspolitiek van zijn vaderland, is niet duidelijk. Met zekerheid kan men stellen dat hij niet terugkeerde teneinde zijn werksituatie te verbeteren. Integendeel, hij trof hier een land aan waar de algehele malaise groot was. Zodat met de overstap van sterkstroom naar het vakgebied van de zwakstroom, het toch mede om den brode was, dat hij in 1916 een assistentschap aanvaardde bij het praktikum draadloze- telegrafie/telefonie aan de Delftse TH, toen men hem dit aanbood. Op dit punt zou men wederom enige morele steun van Huydts' leermeester Feldmann mogen veronderstellen, die hem er bij die gelegenheid zeker op gewezen zal hebben, dat een TH- ingenieur, gezien het vakkenpakket en de bijbehorende mentaliteit, altijd algemeen inzetbaar behoorde te zijn. Het assistentschap bracht hem in een omgeving, die stimulerend was voor een wetenschappelijk onderzoeker. Hij interesseerde zich voor natuurkundige verschijnselen zoals ruimtelading en elektronenemissie in vacuum. De gasontladingstheorie van Thomson was al bekend en Huydts' belangstelling in die richting bleek uit zijn allereerste publicatie, die getiteld was: "Kwikdamplampen". Het verschijnsel van de vrije elektronen in een vacuumbuis sprak in het begin van deze eeuw tot veler verbeelding; men had er hier wel al over gehoord, maar mede doordat ze in de ons omringende landen onder militaire geheimhouding vielen, had men elektronenlampen in Nederland nog niet eerder te zien gekregen. Het was in 1917, dat men voor het eerst daadwerkelijk kennisnam van dergelijke lampen, die nogal toevallig als gevolg van gedwongen landingen van onder andere de "Forces Aeriènnes", op Nederlandse bodem waren terechtgekomen. Huydts viel de eer te beurt om als een der eersten in Nederland praktische metingen aan ze uit te voeren en roemde meteen al met name de prestaties van de Franse lampen. Vrijwel onmiddellijk herkende hij de grote uitdaging van deze elektronenlampen: niet alleen als detector (grondgedachte van Fleming), maar ook als versterker (idee van Lee de Forest), gelijkrichter, ultra-snelle schakelaar en als drijvende kracht in een hoogfrequent generator (oscillator), zouden ze toepassing kunnen vinden. Mogelijk doordat de recente benoeming van een hoogleraar (Van der Bilt) zijn promotiekansen nogal klein gemaakt had, betrad hij gaandeweg meer en meer het terrein van wat we nu elektronica noemen. Zijn inspanningen kregen in 1918 officiële erkenning, toen hij tot conservator benoemd werd, met daaraan vastgekoppeld de speciale opdracht een radiolaboratorium in te richten. Toen hij in 1920 inderdaad een fakultatief radio-praktikum kon aanbieden, dat in 1925 verplicht werd gesteld voor het keuzevak Radio, begon zijn loopbaan zich steeds duidelijker af te tekenen. Niet lang daarna kreeg zijn wetenschappelijk niveau verdere bevestiging door verschillende buitenlandse kontakten, waaronder die met Professor Barkhausen, die belangrijk werk op het gebied van de buizentheorie had verricht en verder voor enige opschudding had gezorgd, door te voorspellen dat ooit met versterkerbuizen "het groeien van het gras" hoorbaar gemaakt kon worden. Tussen 1920 en 1930 schreef Huydts enige malen in het blad 'Radio- Nieuws', dat onder redactie stond van de radio-journalist J. Corver. In 1920 werd hij, op persoonlijke uitnodiging, reeds als lid aanvaard van het Nederlands Radio Genootschap (NRG). In dat jaar publiceerde hij over een verbeterde raamantenne; deze types hadden enige tijd in de belangstelling gestaan. In 1928 kwam hij met: "Antenneconstructie (voor het ontgaan van tram- en locale storingen)", waarbij een gunstig geplaatste antenneaarde door middel van tweelingsnoer, door de storingsnevel heen naar het ontvangtoestel werd gevoerd en daar op een aftakking van de ingangskring werd aangesloten. Eveneens in 1928 verscheen: "Het cirkeldiagram voor den L.C.-kring met enkele toepassingen", waarin werd uiteengezet, hoe in een schakeling de versterking van een bepaalde frequentie te optimaliseren viel. Intussen was Huydts' naam gevestigd en kon het niet uitblijven dat het bedrijfsleven hem enkele malen "interessante" voorstellen zou doen. Maar telkens wees hij de aanbiedingen beleefd van de hand, gefascineerd als hij was door het werken met de studerenden, die hij altijd zeer vriendelijk tegemoettredend, toch kritisch bleef observeren. Over hun gedrag in het laboratorium meende hij dat het goed was dat er vol enthousiasme geëxperimenteerd werd. Echter van "lukraak" proberen was hij in het geheel niet geporteerd. Te vaak zag hij dit gebeuren, wat hem geïrriteerd moet hebben. Hier sprak blijkbaar weer het hart van de oude sterkstromer die, al betrof het een proefopstelling, alles eerst tot in de kleinste bijzonderheden overwoog, teneinde alle risiko's uit te schakelen, alvorens de spanning in te schakelen. Daarnaast was hij niet minder geboeid door zijn eigen onderzoekingen, waaronder de in betekenis snel groeiende radio.De toenemende aetherdrukte vroeg om verbetering van de afstemselectiviteit en dus om betere kringkwaliteiten. In 1928 leverde Huydts, samen met Van der Bilt, ook hier een bijdrage met: "Onderzoek van hoogfrequentie kringen

(decrements-metingen)", gebruikmakend van een hoogfrequent versterkerbuis. In 1929-1930 kwam hij tot een van zijn meest bekende realisaties, die van de toongenerator, waarbij twee hoogfrequent oscillatoren een regelbare laagfrequent verschiltoon teweegbrachten. Het ontwerp was opvallend vanwege de goede instelbaarheid en de hoge graad van lineariteit wegens het ontbreken van ijzerkernen. In 1930 werd hem, "als zijnde de feitelijke onderzoeker en schrijver", voor dit werk door Professor Van der Bilt de Vederfonds-prijs uitgereikt. Het prototype van dit instrument is thans in het bezit van de Studieverzameling van de Faculteit der Elektrotechniek van de TU-Delft. De grote schaalverdeling op het frontpaneel is opvallend; binnenin prijken buizen van het type Philips A 415, wat nog altijd respect kan afdwingen, gezien de destijds bereikte stabiliteit van de beide onafhankelijke oscillatoren.





Toongenerator volgens principe waarnaar Philips later de zwevings-toongenerator maakte. Geconstrueerd door Prof. ir. Huydts, 1930

In 1932 volgde Huydts' benoeming tot lector en al gauw zou de onderwijstaak bijna zijn volledige aandacht gaan vragen. In zijn Curriculum Vitae aan Professor Elias zou hij later hierover berichten: "Het verzorgen van de collegebladen en demonstraties en de vele, soms wel meer dan tien afstudeerders, was zó zwaar, dat mijn onderzoekprogramma bijna geheel kwam stil te liggen". Inderdaad was er een lange lijst van werken, die wegens tijdgebrek helaas niet met een publicatie konden worden afgerond:

- Niet-lineariteit in tijdlijncircuits.
- Onderzoekingen in diëlektrica (partiële doorslag).
- Viscositeitsmeting met behulp van een stemvorkmethode.
- Meting van demping van een stemvork.
- Storingbeperking van sleepkontakten.
- Balansschakelingen met gemeenschappelijkekathode weerstand.
- Gelijkspanningsversterking met hoge stabiliteit.
- Meting van hoge isolatieweerstanden.
- Onderzoek aan diverse soorten emailledraad.
- Formulering en correctie van gedetecteerde AM-trillingen.
- Polaire figuren en genereervoorwaarden.

Toch kon hij naast zijn lectoraat nog aan diverse projecten meewerken, of wist hij ze te stimuleren. Zo werd onder zijn leiding meetapparatuur ontwikkeld voor onder andere:

- Studie van dipoolmomenten.
- Kleinste (atomaire) afstandveranderingen.
- Zeer gevoelige gravitatiebepalingen.
- Meting van stroomgeleiding langs zenuwbanen. Bij dat laatste onderwerp was de signaal-ruisverhouding lange tijd spelbreker geweest. Huydts stelde evenwel: "Als de natuur het kan in het menselijk lichaam, dan moeten wij het óók kunnen". Eind vijftiger jaren lukte dat inderdaad, met nuvistors, een buistype voor lagere anodespanningen. Gezien de algemene aard van de genoemde onderwerpen zocht Huydts al in een vroeg stadium naar nieuwe toepassingsmogelijkheden voor elektronenbuizen op een gebied, dat zich het beste laat omschrijven als "Elektronische Instrumentatie". Hoewel hij nog meer in petto heeft gehad, zou hij door voortdurend tijdgebrek zijn verdere ideeën niet tot uitvoering kunnen brengen. Men kan nu wel begrijpen, dat in latere jaren een van zijn karakteristieke uitspraken zou worden: "Alleen dingen die af zijn, hebben waarde". Ongetwijfeld dacht hij aan de jaren van vóór zijn beroeping tot het lectoraat, toen hij zelf nog diverse onderzoeksresultaten kon presenteren. Op 15 december 1926 had hij een eigen model van een versterkertrap geheel uitgewerkt en diende een octrooi-aanvraag in: "Stelsel voor het versterken van wisselspanningen". Het betrof hier twee teruggekoppelde triodes in balansschakeling. Tijdens het vóór-onderzoek bleek het idee toch niet als eerste uitvinding te kunnen worden gewaardeerd, omdat enkele "conclusies" reeds door andere patenten werden geanticipeerd. Daar kwam bij dat de technologie intussen in versneld tempo betere buizen had ontwikkeld, waarmee het belang van deze uitvinding spoedig zou zijn achterhaald. Reden waarom hij weldra besloot over te gaan tot intrekking van deze aanvraag. Dit gold natuurlijk niet zijn legendarische buisvoltmeter met diode-detectie, die uit 1929 stamde en waarvoor hem een Nederlands octrooi (No. 27995) en een Engels patent (Nr. 319368) en nog diverse andere patenten werden verleend, die wereldwijd toepassing zouden vinden. De simpele gedachte en de even simpele schakeling waren opvallend: de te meten wisselspanning werd met een vacuumdiode gelijkgericht en naar het stuurrooster van een triode geleid, die een mA-meter in de anodeketen voerde, welke weer in millivolt was geijkt. Het sprak vanzelf, dat hij zich al die tijd bewust van publicaties onthouden had en men eerst via de patent-omschrijving kennis ervan zou kunnen nemen. Daarbij was de gevoelige toon van de verklarende tekst voor technici een nogal opvallend element. Op die manier omging hij iedere vorm van wetenschappelijke arrogantie rondom zijn, toch altijd wonderbaarlijke, "lampvoltmeter". Vanaf 1939 stimuleerde hij met groot succes de ontwikkeling van elektronische meetapparatuur (c.q. instrumentatie) voor verschillende laboratoria van de TH. Voor dit doel was een kleine subsidie van het Delftse Hoogeschool Fonds beschikbaar gesteld en een aanvulling uit Huydts' privémiddelen... In de jaren 1940-1941 wist hij tezamen

met ir. F. Philips en enkele hoogleraren de Nederlandse industrie voor nòg aanzienlijker deelname in het speurwerk te winnen. Van zijn eigen onderzoekingen was stellig veel belangrijk materiaal verloren gegaan bij de grote brand, die op 3 maart 1945 de Haagse Bezuidenhout had getroffen en hem dwong naar Rijswijk te verhuizen. Voor hem was dit een grote en indringende gebeurtenis geweest en die hij, niet zonder moeite, als herinnering verder met zich heeft meegedragen. Iets eerder, in 1943, had hij nog gepubliceerd in het Tijdschrift van het NRG: "Een eenvoudige detectieformule" en later nog: "Polaire figuren van eenvoudige systemen". Waarmee hij weer eens liet uitkomen, dat het bij hem om essenties ging en dat niemand gediend was bij onnodige opsmuk.

Huydts' curriculum aan Professor Elias is een van de zeer weinige autobiografische dokumenten die, voor zover bekend, nog bewaard zijn gebleven. Het CV hield verband met het feit, dat Huydts in het volgende jaar (1946) officiëel een leerstoel in de Elektrotechniek zou gaan bezetten. Echter wel met de aantekening dat daar een laboratorium bij behoorde, waar door de oorlog zo goed als de gehele inboedel uit verdwenen was.... Met Amerikaanse instrumenten, boeken en goederen uit dump-voorraden werd het na- oorlogse elektronica-onderwijs weer in gang gezet. Nieuw aangekomen studenten gaven hier relatief minder problemen dan de hogerejaars, wier studie onderbroken was geweest en nu adequate aansluiting zochten. Eveneens in 1946 en vóór zijn benoeming publiceerde Huydts, samen met Koch, Bourgonjon en Esmeijer in De Ingenieur: "Een apparatuur van groote gevoeligheid voor het electrisch meten van mechanische grootheden". Een brugschakeling van capaciteiten fungeerde hier als sensor. Het geheel was deels met eigen schaarse middelen, maar ook met steun van de N.V. Philips tot stand gekomen. Het waren de dagen van het Herrijzend Nederland, dat snel zou moeten gaan industrialiseren om niet achterop te raken. In 1947 wist Huydts die sfeer te treffen met een groot overzichtsartikel in De Ingenieur: "Electronica in de Industrie", dat aangaf dat elektronenbuizen in elk gebied waren doorgedrongen; ze werden steeds kompakter en hun steilheden steeds hoger. Echter in essentie werden de buizen eigenlijk niet meer vernieuwd: gloeistroom en een flinke warmtedissipatie waren ook met de modernste materialen en fabrikagemethoden niet ongedaan te maken. Dan, in 1948, werd iets onwaarschijnlijks uitgevonden: versterking in vaste stof, het principe van de transistor. Hoe wel hij zelf niet meer met deze nieuwe komponent ging experimenteren, werd de getransistoriseerde versie van zijn buisvoltmeter wel de eerstvolgende opdracht voor zijn laboratorium. In 1960, het jaar van zijn afscheid als hoogleraar, hadden transistoren inmiddels algemeen ingang gevonden, zij het dat de haalbare frequenties en vermogens op dat moment nog duidelijke beperkingen vertoonden, op een wijze zoals dat eigenlijk ook met zijn "electronen-lampen" het geval was geweest. Bovendien zouden de ongekend snelle schakeltijden van radiobuizen op den duur toch te traag blijken voor de zeer hoge radarfrequenties, wat weer tot geheel nieuwe wegen dwong. Die aanhoudende stroom van nieuwe ontwikkelingen in de elektronica was ook een van de oorzaken van de grote werkdruk, waaronder Huydts al gauw kwam te staan, toen hij in 1946 als hoogleraar aantrad. Het voortdurend volgen van de vernieuwingen en deze te implementeren in zijn hoorcolleges en afstudeeropdrachten, vroegen zoveel van zijn krachten, dat hij zich in 1955 gedwongen zag enige maanden absolute rust te betrachten, een periode waarin Professor Breedveld zijn taken tijdelijk zou overnemen. Eenmaal hersteld ging hij weer voort met het uitvoeren van zijn leeropdracht. Naast de colleges en andere werkzaamheden zou hij in totaal meer dan 250 afstudeerders kunnen afleveren. Op 20 september 1954 was Huydts ere-promotor bij het aanbieden van het doctoraat, honoris causa, aan dr. L. Neher (P.T.T.). In 1956 was het hem vergund om zijn 40-jarig ambtsjubileum te vieren. In de toespraken werden zijn verdiensten alom geprezen, maar kreeg hij ook het advies zichzelf voortaan wat meer te ontzien. Duidelijk is dat Huydts zijn funktie als leermeester altijd zag vanuit zowel een wetenschappelijke, als vanuit een sociale verantwoordelijkheid, wat hem heeft kunnen stimuleren zijn onderwijstaken tot 70-jarige leeftijd voort te zetten. Op 10 juni 1960 hield Professor Huydts zijn afscheidscollege als gewoon hoogleraar aan de Technische Hogeschool Delft.



Professor Huydts bij zijn afscheidscollege Technische Hogeschool Delft, 10 juni 1960.

Als emeritus zouden hem twee huldigingen ten deel vallen: Bij Koninklijk Besluit van 1 juli 1960 werd hij, wegens "buitengewone bekwaamheid in wetenschappen", benoemd tot Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw. Op 14 oktober van datzelfde jaar volgde zijn benoeming als erelid van het Nederlands Radio Genootschap, omdat hij: "De eerste en lange tijd de enige academische docent elektronica was geweest".

Conclusies:

- Kleurrijke figuur.
- Turbulent tijdsbestel.
- Gedreven mens.
- Leermeester van enkele generaties elektronica ingenieurs.

Met dank aan: Mw. L. v. Tilburg - Huydts, Mw. R. Huydts,Prof. ir. M.P. Breedveld, Prof. dr. ir. P. Eykhoff.

Bronnen-verantwoording:

(1) FELDMANN C.: Intreerede TH-Delft, 1905.

(2) BILT VAN DER C.L.: "Radio-telegrafie", kollege-aantekeningen van de studente Johanna Manders, cursus 1914-1915, TH-Delft.

(3) HUYDTS L.H.M.: "Kwikdamplampen". Kopie van het artikel in bezit van de Werkgroep Geschiedenis der Elektrotechniek TU-Delft. Oorspronkelijke bron (ca. 1917 ?) onbekend.

(4) HUYDTS L.H.M.: "Raamontvanger", Radio-Nieuws, 1920.

(5) HUYDTS L.H.M.: "Stelsel voor het versterken van wisselspanningen". Nederlandse octrooi-aanvrage nr. 35447, 1926.

(6) HUYDTS L.H.M.: "Antenne-constructie (voor het ontgaan van tram- en locale storingen)", Radio-Nieuws, 1928.

(7) BILT C.L. VAN DER en HUYDTS L.H.M.: "Onderzoek van hoogfrequentie kringen" (decrementsmetingen), Radio-Nieuws, 1928.

(8) HUYDTS L.H.M.: "Het cirkeldiagram voor den L.C.- kring met enkele toepassingen", Radio-Nieuws, 1928.

(9) BILT C.L. VAN DER en HUYDTS L.H.M.: "Interferentie toongenerator", Radio- Nieuws, oct. 1929 en dec. 1929.

(10) HUYDTS L.H.M.: "Measuring Arrangement for Electric Potentials, Resistances, etc.". Britse patentaanvrage, 1929.

(11) HUYDTS L.H.M.: "Meetinrichting voor electrische spanningen, weerstanden, etc." (de buisvoltmeter). Nederlandse octrooiaanvrage nr. 42950, 1930.

(12) HUYDTS L.H.M.: "Beschouwing over Electronica", openbare les gegeven in 1932.

(13) BARKHAUSEN H.: "Elektronen-Röhren", delen I, II, IIIen IV. Hirzel, Leipzig, resp. 1931, '33, ,'35 en '37.

(14) HUYDTS L.H.M.: "Electronen-lampen", kollege-aantekeningen van de student A.C. Jansen, cursus 1938-1939, TH- Delft.

(15) HUYDTS L.H.M.: "Een eenvoudige detectieformule", Tijdschrift van het Nederlandsch Radiogenootschap (NRG), 1943.

(16) HUYDTS L.H.M.: "Polaire figuren voor eenvoudige systemen", Tijdschrift van het NRG, 1943.

(17) HUYDTS L.H.M.: "Opleiding en werkzaamheden". Curriculum Vitae gericht aan Prof. Jhr. Dr. G.J. Elias, 1945.

(18) HUYDTS L.H.M., KOCH J.J, BOURGONJON L.R. en ESMEIJER W.L.: "Een apparatuur van grote gevoeligheid, voor het electrisch meten van mechanische groot heden". De Ingenieur, 1946.

(19) HUYDTS L.H.M.: "Electronica als hulpmiddel voor metingen en wetenschappelijke onderzoekingen". Intreerede TH-Delft, 1946.

(20) HUYDTS L.H.M.: "Electronica in de Industrie", De Ingenieur, 1947.

(21) HUYDTS L.H.M.: "Geschiedkundig overzicht der Radio". Behorende bij oratie in 1947.

(22) HUYDTS L.H.M.: Rede bij het aanbieden van het doctoraat, honoris causa, aan Lambertus Neher. De Ingenieur, 1 okt. 1954.

(23) JONKER J.L.H.: "Professor Huydts, 40 jaar verbonden aan de T.H. te Delft". Tijdschrift van het NRG, nov./dec. 1955.

(24) HUYDTS L.H.M.: "Shortage of engineers in Holland", British Communications and Electronics, 1955.

(25) HUYDTS L.H.M.: Dankbrief aan de commissie van zijn 40-jarig ambtsjubileum (TH, industrie, bedrijven, etc.), 1956.

(26) HUYDTS L.H.M.: Dankwoord en rede ter gelegenheid van zijn 40-jarig TH-jubileum. Delft, 1956.

(27) HUYDTS L.H.M.: Rede bij af scheidscollege TH Delft, 1960.

(28) HUYDTS L.H.M.: "Over 40 jr. NRG", Tijdschrift NRG, 1960.

(29) Red. NERG: "Benoeming Ereleden", Tijdschrift NERG, 1960.

(30) BREEDVELD M.P.: "De Elektronische Dienst", intern verslag van de Afdeling der Elektrotechniek TH-Delft, 1964.

(31) RODENBURG C.: "Professor ir. L.H.M. Huydts", Tijdschrift- van het NERG, 1975, nr 3.

(32) BREEDVELD M.P. en EYKHOFF P.: Herinneringen aan Professor Huydts verteld aan de auteur, TU-Twente, 1 oktober 1993.

Korrespondentieadres van de auteur: Werkgroep Geschiedenis der Elektrotechniek TU-Delft, Mekelweg 4, 2628 CD DELFT.

UITREIKING SVEN-PRIJZEN

Zoals U ongetwijfeld weet, is het NERG in het afgelopen jaar verrijkt met de stichting *SVEN-fonds NERG*, ontstaan uit een eerdere samenwerking van het NERG en de VEV.
In het kader van de activiteiten van dit fonds zullen er jaarlijks SVEN-prijzen worden uitgereikt aan o.m. studenten in het beroepsonderwijs die zich op een bijzondere wijze met hun studie hebben bezig gehouden. Dit evenement heeft op 24 april j.l. plaatsgevonden en om U een beter beeld te geven omtrent dit SVEN-fonds is hieronder een ingekorte versie weergegeven van de toespraak die de voorzitter van het SVEN-fonds (prof. v. Bokhoven , tevens voorzitter van de Onderwijs Commissie NERG) bij die gelegenheid gehouden heeft.

Geachte dames en heren,

Namens het bestuur van het SVEN-fonds NERG heet ik U als voorzitter van dit fonds van harte welkom op deze bijzondere en feestelijke bijeenkomst ter gelegenheid van de uitreiking van de SVEN-prijzen.

Omdat de SVEN-prijs vanmiddag centraal staat wil ik, als U het mij toestaat, eerst even ingaan op de historie en achtergronden van deze prijs.

Allereerst is de SVEN, wat staat voor Stichting Vakonderwijs Elektronica in Nederland, opgericht op 28 februari 1957 in een gezamenlijke actie van het toenmalige VEV, Vereniging Elektrotechnisch Vakonderwijs en het NRG, het Nederlandsch Radio Genootschap als voorloper van het huidige NERG, het Nederlands Elektronica en Radio Genootschap.
Aanvankelijk bestonden de activiteiten uit het bevorderen van het elektronica-onderwijs bij het lager technisch onderwijs en bij het onderwijs aan particuliere instituten voor schriftelijk onderwijs.
In de latere jaren '70 en '80 is daar in samenwerking met het ministerie van Onderwijs een uitbreiding aan gegeven in de vorm van taken op het traject van de bijscholing van leraren en de leerplanontwikkeling in de elektrotechniek en de elektronica..
Daarnaast verrichte de SVEN in samenwerking met het FME een studie naar beroepsprofielen van elektrotechnici met een MTS- en HTS-opleiding.
Het doel om het Nederlandse beroepsgerichte onderwijs in de elektronica te bevorderen werd tot uiting gebracht in de statuten van de SVEN en mogelijke middelen daartoe waren volgens artikel 3e:

Het toekennen van studie- en examenprijzen aan leerlingen/studenten in het beroepsonderwijs voor bijzondere prestaties op het gebied van de elektronica en aanverwante technieken.

Deze termen uit de statuten waren voor het SVEN-bestuur aanleiding tot het instellen van de SVEN-prijs.
Inmiddels is dit SVEN echter overgegaan in de stichting SVEN-fonds NERG, met als hoofddoel het stimuleren en bevorderen van dezelfde zaken die voorheen al bij de SVEN in het vaandel stonden.
Langs deze weg hebben wij niet alleen het kapitaal voor de voortzetting van de SVEN-prijzen kunnen redden, maar ook andere doelstellingen toegevoegd en uitgebreid. Het NERG fungeert in deze constructie min of meer als paraplu en kapstok.
Kort en goed, we willen en zullen de traditie voortzetten en hebben op voordracht van het VEV vanmiddag drie personen in ons midden die deze prijzen in ontvangst zullen nemen.
Het gaat daarbij in principe om kandidaten die in aanmerking komen op basis van een uitstekend afgelegd VEV-examen voor een van de drie volgende elektronica richtingen:

- Assistent technicus industriële elektronica (ATIE)
- Technicus industriële elektronica (TIE)
- Technicus elektrische bedrijfsinstallaties (TBI)

De SVEN-prijs bestaat uit een oorkonde met de tekst:

Op voordracht van de Vereniging Elektrotechnisch Vakonderwijs VEV te Nijkerk heeft het bestuur van de stichting SVEN-fonds NERG besloten om de SVEN-prijs op het gebied van de elektronica in het vakonderwijs toe te kennen aan ....

Met het verlenen van de SVEN-prijs brengt de stichting haar waardering tot uitdrukking voor de studie- en examen-prestaties van de laureaat. Hij/zij wordt daarmee tot voorbeeld gesteld voor allen die op het gebied van de elektronica een opleiding volgen in het elektrotechnisch vakonderwijs.
Behalve aan deze oorkonde is aan de SVEN-prijs een geldbedrag van f 2000,- verbonden.

Dan richt ik me nu tenslotte tot de prijswinnaars van deze middag. Ik denk dat hun prestatie, naast datgene wat de oorkonde al vermeldt, een dubbele lof verdient omdat zij het tevens aangedurfd hebben om een zeer moeilijke studie te beginnen en met uitstekend gevolg af te ronden.
Waarom is die studie nu juist zo moeilijk zult U zich afvragen, want elektriciteit is iets zo alledaags dat wij er al lang niets bijzonders meer in zien.
Daarin schuilt nu precies het probleem. Elektriciteit kun je in het algemeen niet waarnemen - niet zien, niet wegen, niet ruiken en vaak ook niet eens voelen. Onze zintuigen schieten te kort om ons te helpen herkennen waarmee we bezig zijn. Er is bijna niets moeilijkers denkbaar voor iemand die technisch met zaken bezig moet zijn die zo slecht waarneembaar zijn dat ze daardoor meer gemeen lijken te hebben met goochelarij dan met techniek. Terwijl, zoals onlangs nog gebleken is, er juist enorme gevaren schuilen in dit omgaan met onzichtbare maar gevaarlijke hoog energetische zaken.
Ook de verscheidenheid aan transmissiemogelijkheden van elektriciteit maakt het vakgebied extra complex.. Stroom kan door metalen lopen zoals door koperdraden in de elektrische huisinstallatie bij iedereen thuis , maar kan zich ook ongeleid voortplanten in de vorm van Elektromagnetische Golven in Radio- en TV-signalen. In de nieuwste ontwikkelingen gaat het transport ook door glasvezels en zien we in de magnetron hoe, met behulp van elektriciteit, maar zonder vonken gloeien of vuur toch gerechten gekookt of gebraden kunnen worden.

Elektriciteit fungeert nu reeds als een niet weg te denken informatiedrager in onze technocratische maatschappij en vormt de onmisbare basis voor vele moderne systemen zoals computers, telefooncentrales, satelietverbindingen, robots etc.
Daarnaast is elektriciteit vanouds een zeer milieuvriendelijke energiedrager waarmee energie eenvoudig getransporteerd en omgezet kan worden. De spoorwegen als belangrijkste structuur van openbaar vervoer bestaan volledig bij de gratie van de elektrische distributienetten en de elektromotoren waarmee elektrische energie in mechanische energie kan worden omgezet. Ook omzetting van elektrische energie naar chemische energie is mogelijk in elektrolytische omzetters, enz. Elektriciteit is enorm veelzijdig, milieuvriendelijk en pluriform en zal zeker ook in de 21e eeuw een belangrijke factor zijn in de ontwikkeling van maatschappij en industrie.
Dit houdt ook in dat degenen die voor een dergelijke richting kiezen, juist in die volle breedte opgeleid zullen moeten worden, maar tevens dat hun leerproces eigenlijk nooit zal stoppen, ook niet na het behalen van dit diploma want wat U nu aan zaken geleerd hebt en waarmee U nu werkt zal over 10 jaar ouderwets zijn en over 20 jaar misschien niet eens meer bestaan. Dit vergt een continue inspanning en aanpassing om bij te blijven en daardoor de maatschappij via industrie en techniek te blijven dienen in het belang van de mensen om ons heen.
Een punt dat tegenwoordig door de huidige kabinetten volledig vergeten wordt -stimuleren van techniek en technisch onderwijs wordt bijna als een milieu-onvriendelijke daad gezien, terwijl het toch de industrie zal moeten zijn die de middelen voor het voortbestaan van onze maatschappij op tafel moet brengen.
Van ons krijgt U echter alle waardering die U verdient en ik heb dat hier daarom nog maar eens expliciet uitgesproken.

Vervolgens werden met een kort judicium de prijzen uitgereikt aan de heren A de Heer, J.A.G. Vos en F.H.M. van Leijen, waarna met een gelukwens aan de prijswinnaars en aansluitend een drankje de bijeenkomst afgesloten werd.

UIT HET NERG

VAN HET BESTUUR



prof.ir. J.H. Geels

In Het Tijdschrift is van tijd tot tijd een rubriek met deze kop opgenomen. Meestal gebruikte de voorzitter deze als een middel om de leden te informeren over voor hen van belang geachte ontwikkelingen van ons genootschap. Maar ook mijmeringen over het NERG kom je daarin tegen. Uw nieuwe voorzitter is van plan om dit goede voorbeeld te volgen als hij iets te melden heeft, zoals nu.

Opmerkelijk is dat het NERG zich heel sober gedraagt bij de wisseling van voorzitters. Het vaak bij deze gelegenheid optredende verbale geweld jegens de aftredende voorzitter laat het NERG achterwege. Naar mijn beste weten werden de betrokkenen niet treurig van deze gang van zaken.

Voor me ligt nummer 1 van de huidige jaargang van Het Tijdschrift. Op bladzijde 33 staan de op 30 maart 1994 gemaakte foto's met als nuchter bijschrift: 'De scheidende voorzitter ir. J.B.F. Tasche van achter de bestuurstafel aan het woord'. En aldus gaat het NERG weer over tot de orde van de dag, in het vertrouwen dat het nieuwe bestuur aan de verwachtingen zal voldoen. De draad is alweer opgenomen: op 1 juni werd de eerste bestuursvergadering onder nieuwe leiding gehouden.

Toch nog een enkel woord van mijn kant over Johan Tasche. Met hem neemt het NERG afscheid van een zeer toegewijde en dynamische voorzitter, met een niet-aflatende zorg voor zowel de grote lijn als het kleine detail. De Algemene Ledenvergadering beloonde hem terecht met een warm applaus. In de besloten kring van bestuursleden en overige deelnemers aan de bestuursvergaderingen is hem de welverdiende lof en dank betuigd. Johan gaat er prat op de geschiedenis in te gaan als de eerste NERG-voorzitter met een Eindhovens diploma. Persoonlijk heb ik ook grote waardering voor de correcte wijze waarop hij zijn functie heeft overgedragen en zijn opvolger zeer bereidwillig heeft ingewerkt in de lopende zaken, compleet met waarschuwingen voor allerlei valkuilen.

Zeer verbaasd was ik toen mij werd gevraagd kandidaat te willen zijn voor de functie van voorzitter van het NERG. Immers, dacht ik, na de voor het genootschap gedane arbeid zal een erelid zich in de schaduw dienen op te stellen: af en toe van dienst zijn met een adviesje aan het bestuur en verder buiten schot blijven. Deze gedachte bleek echter een misvatting, want formeel zijn ereleden benoembaar in het bestuur. Bovendien was ik verbaasd omdat ik behoor tot de categorie 'post-actieven', met alle voor- en nadelen van dien. Na overwinning van mijn aarzeling en zorgvuldige overweging van mijn kandidatuur ben ik gezwicht voor de uitdaging, in de verwachting te zamen met de overige bestuursleden enkele goede jaren te mogen toevoegen aan de driekwart eeuw geschiedenis van ons genootschap.

De voorzitterswisseling geeft mij aanleiding om in deze rubriek wat te zeggen over de maatschappelijke waarde van het NERG en over de plannen en aandachtspunten van het bestuur. Dit behoort tot de primaire taken van degene aan wie de NERG-hamer is toevertrouwd.

Het NERG vormt in Nederland een zeer waardevol cultuurgoed, dat wij moeten koesteren. Wat onze leden onderling verbindt, is de wens tot verbreiding van de wetenschappelijke kennis en methoden op het gebied van de elektronica en radiotechniek en hun wens tot bekendheid met de onderzoeksprojecten en -resultaten in dit vakgebied. Het bestuur acht het een grote uitdaging deze doelstelling, woekerend met de mogelijkheden van ons genootschap, actueel en op boeiende wijze te operationaliseren.

NERG-leden zijn veelal in hun professionele activiteit diepgaand bezig met als regel zeer smalle specialisaties binnen het brede aandachtsgebied van het NERG. De excursies en werkvergaderingen van het NERG bieden hen een unieke kans om het overzicht over al die ontwikkelingen op dit gebied te bewaren, liefst in een direct contact met degenen die daarmee bezig zijn. Zoals gebruikelijk gebeurt dit vooral door voordrachten met een bij het thema passend abstractiestratum of door inleidingen met een 'tutorial' niveau. De totstand-brenging van een programma met jaarlijks 10 à 12 evenementen van hoge kwaliteit vormt voor het bestuur de grootste uitdaging.

Naast de professionele oriëntatie geven de werkvergaderingen van het NERG bovendien in de pauzes en tijdens de lunches in ruime mate de gelegenheid tot het leggen van zakelijke contacten met sprekers, leden en introducé(e)s en het versterken van persoonlijke banden; een sociaal aspect waaraan het bestuur groot belang hecht.

Een groot aantal van de voordrachten van werkvergaderingen wordt gewoonlijk als 'invited paper' in 'Het Tijdschrift van het NERG' opgenomen. Daarnaast staat Het Tijdschrift ook open voor door leden of anderen ter publikatie aangeboden, in het redactiebeleid passende artikelen van goed niveau. Het bestuur wil elke geschikte gelegenheid benutten om de spontane aanbieding van artikelen aan de redactie van Het Tijdschrift te bevorderen. Gelet op de kosten van het drukken en verzenden van Het Tijdschrift geeft het bestuur de voorkeur aan het verschijnen van vier boven zes nummers per jaargang. Zodoende kunnen voor hetzelfde geld meer artikelen worden aangeboden aan de lezers.

Het NERG heeft zich ook steeds bezig gehouden met de zorg voor de verspreiding van de niet-wetenschappelijke kennis en methoden op het gebied van elektronica en radio in het beroepsonderwijs. Het SVEN-fonds NERG stelt ons in staat om stimulerend op te treden. Het bestuur is van plan dit onder meer te doen door het houden van een op het onderwijsveld gerichte werkvergadering, door de toekenning van examenprijzen op voorstel van onderwijsinstellingen en

door de bevordering van leerstofontwikkeling.

Het bestuur is van plan de ledenaanwas te bevorderen door een systematische aanpak van de werving van gewone leden en juniorleden. De belangrijkste doelgroepen zijn: afstuderende studenten, jonge ingenieurs, collega's van leden en leraren van hogescholen. Een bestuurslid heeft zich belast met deze portefeuille.

Het bestuur zal ook heel wat werk moeten verzetten om het 75-jarig jubileum van het NERG in 1995 met een gepast programma van activiteiten te gedenken. Vorig jaar werd reeds een Jubileumcommissie gevormd om ideeën te ontwikkelen en uit te werken. Wellicht dat enkele leden bereid zijn daarbij een helpende hand te bieden.

De contacten met collegiale organisaties staan ook op de agenda. Het bestuur wil daarbij voorrang geven aan de samenwerking in de meest letterlijke zin van het woord, met effectieve inzet van beide kanten. Met enkele partijen verloopt dat goed, met sommige laat dat helaas te wensen over. Op bestuurlijk niveau zal het NERG desondanks blijven deelnemen aan elk zinvol overleg over samenwerking onder voorwaarde van behoud van de eigen cultuur en identiteit van de deelnemende organisaties.

Het NERG is als vereniging aangesloten bij EUREL, het Europese verbond van verenigingen van elektrotechnische ingenieurs. EUREL heeft sinds enige jaren een bemand kantoor in Brussel. Het bestuur acht de aansluiting bij EUREL een goede zaak. Helaas zijn er ernstige problemen gerezen voor het NERG betreffende de voortzetting daarvan. De financiering van het kantoor was aanleiding voor een nieuwe contributieregeling, die extreem onevenredig uitpakt voor de kleinere verenigingen. Per NERG-lid moet circa 30 maal meer betaald worden dan voor leden van grote verenigingen, zoals IEE. Het NERG weigert deze (onbetaalbare) regeling te aanvaarden. In afwachting van de door het NERG geëiste fundamentele herziening daarvan heeft het NERG zich voor drie jaar (t/m 1995) gecommitteerd voor een jaarlijkse bijdrage van 1/3 van het gevraagde bedrag, hetgeen meer is dan het bij evenredige verdeling over alle individuele EUREL-leden verschuldigde bedrag. Intussen stelt EUREL in plaats van verandering van de contributieregeling een gezamenlijke lidmaatschap in nationaal of Benelux-verband voor. Hierdoor wordt met verlies van rechten tegemoetgekomen aan de wens tot vermindering van de bijdrage, echter voor het NERG in onvoldoende mate. Dezelfde extreem onevenredige verdeling van de bijdrage per lid blijft daarbij van kracht.

Het dienstenpakket dat door het NERG aan de leden al jarenlang wordt geboden, is aanzienlijk duurder dan de contributie-opbrengst. Deze op het eerste gezicht verontrustende toestand hoeft echter naar het inzicht van het bestuur niet tot contributieverhoging te leiden zolang het mogelijk zal blijken om een en ander te financieren uit de toenemende contributie-opbrengst door ledenaanwas, het kostenbeheersingsregime en de incidentele bijzondere baten van deelname in symposia en conferenties. Het bestuur houdt hierbij de vinger aan de pols.

De schaalvergroting als gevolg van het gestaag groeiende ledental dwong het NERG enkele jaren geleden tot automatisering van de administratie. Een bestuurslid heeft zich belast met de inventarisatie van de aan het systeem te stellen eisen, opdat simpel en probleemloos de nodige administratieve outputs voor de bedrijfs-processen voldoende snel en volledig correct kunnen worden verkregen.

De ervaring leert dat onze bestuursleden gewoonlijk in hun beroep reeds zwaar belast zijn. Daardoor dreigt het gevaar dat het NERG-bestuurswerk stagneert onder de druk van andere prioriteiten. Het bestuur werkt thans verder aan een bedrijfsvoeringsconcept, waarmee door het geven van richtlijnen en het stellen van voorschriften wordt beoogd de gang van zaken binnen het bestuur en met de administrateur door mandatering en delegatie te vereenvoudigen en beter beheersbaar te maken. Uitgangspunt van het concept is dat bestuursleden bij voorkeur slechts dienen te worden belast met werkzaamheden die hun directe aandacht of hoge kwaliteit vergen. Verder geldt dat zij de benodigde tijd moeten kunnen vrijmaken voor de correcte uitvoering van hun taak en het stipt nakomen van afspraken.

In dit bedrijfsvoeringsconcept worden de bestuursfuncties en het bestuurdersprofiel duidelijk omschreven, de verantwoordelijkheden en bevoegdheden van de bestuursleden vastgelegd, de onderlinge relaties en die met de administrateur bepaald, prioriteiten gesteld en de vereiste communicatie en procedures voorgeschreven. Het is reeds nu duidelijk dat het bestuur een aantal wijzigingen van de statuten en het huishoudelijk reglement aan de leden ter goedkeuring zal voorleggen. We zullen daarop te zijner tijd terugkomen.

Deze rubriek heet: "Van het bestuur". Zoals in de aanhef gezegd, is het een middel om de leden op de hoogte houden van wat op de bestuursagenda staat. Dit is niet bedoeld als eenrichtingverkeer. Zoals gebruikelijk in het NERG zijn de bestuursleden hierop aanspreekbaar en zijn zij bereid tot gedachtenwisseling. Ook staan ze open voor een memo met een klacht, kritiek of een idee. Het bestuur wil daarmee ernstig rekening houden bij het verwezenlijken van zijn plannen.

J.H. Geels, voorzitter.

Uitnodiging voor het bijwonen van het afscheid van prof.dr.ir. J. Davidse als hoogleraar Elektronica van de Technische Universiteit Delft

Op 9 september a.s. zal prof.dr.ir. J. Davidse afscheid nemen van de Technische Universiteit, van de Faculteit der Elektrotechniek en van zijn vakgroep Elektronica. Zoals gebruikelijk omvat dit afscheid een officiële afscheidsrede met aansluitend een receptie. De vakgroep Elektronica heeft echter gemeend deze gelegenheid te moeten aangrijpen om al diegenen, die zich op één of andere wijze verbonden voelen met prof. Davidse, in een ongedwongen sfeer bijeen te brengen in de Aula van de Technische Universiteit Delft.

Tijdens deze gecombineerde afscheidsdag wordt stilgestaan bij de ontwikkelingen in het vakgebied en de vooraanstaande rol die prof. Davidse gedurende zijn 30-jarig hoogleraarschap heeft vervuld.

De vakgroep Elektronica nodigt u van harte uit om deze feestelijke dag en reünie bij te wonen. Aanmelding geschiedt door middel van een registratieformulier, dat wij u op aanvraag graag zullen toesturen.

Tevens wil de vakgroep iedereen verzoeken de aandacht van potentiële belangstellenden op deze dag te vestigen. Een briefje, telefoontje of fax is voldoende om mogelijk geïnteresseerden een registratieformulier te kunnen toezenden. Wanneer het definitieve programma bekend is, zullen degenen die het registratieformulier heben ingestuurd, tijdig een persoonlijke uitnodiging ontvangen.

De vakgroep hoopt en verwacht u op 9 september te mogen begroeten.

namens het organiserend comité
ir. L. P. de Jong
TU Delft
Faculteit Elektrotechniek
secretariaat vakgroep Elektronica
Mekelweg 4, 2628 CD Delft
tel. 015 - 786180
fax. 015 - 785922

IEE THE INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS

NEWS RELEASE

NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ANTENNAS AND PROPAGATION 4-7 APRIL 1995: EINDHOVEN, THE NETHERLANDS

Call for papers

Papers are now invited for the Ninth International Conference on Antennas and Propagation (ICAP) to be held at the Technical University of Eindhoven, the Netherlands, from 4-7 April 1995. The Conference is being organised by the Institution of Electrical Engineers and co-sponsored by the International Union of Radio Science (URSI).

The growing demands for the radio spectrum, generated by the rapid expansion of radio communication, radar and remote sensing systems have provided a stimulating environment for both antenna and electromagnetic wave propagation research.
New systems, including the realisation of truly mobile communication networks, will require major advances in these fields.

ICAP'95 will explore the advances and the novel ideas which will form the basis and the limitations of these systems in the next century.

Papers are now requested on Antenna and Propagation topics over the entire radio spectrum.

Anyone wishing to present a paper at the Conference should submit a synopsis by 29 July 1994. Further details and copies of the 'call for papers are available from:
Louise Bousfield, Conference Services, IEE, Savoy Place, London WC2R 0BL. Tel: 071 344 5467.
Fax: 071 497 3633. Email Conference@IEE.org.UK-quote ICAP'95 in message.

Media enquiries to: Christina Dagnall, IEE Press Officer
Tel: 071 344 5445

UIT HET NERG

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden:

ir. J.M.W.M. Janssen	Muzenlaan 74	5631 GE Eindhoven

Nieuwe leden:

ir. J.H. de Bie	Zomereik 48	5682 HH Best
ir. H.P.A. van der Boom	Duifhuisweg 39	5061 KZ Oisterwijk
ir. R.F.M. van den Brink	M.Rutgersweg 73	2331 NV Leiden
J.W. Dijkstra	van Boisotring 57	2722 AB Zoetermeer
ir. M.H.L.Kouwenhoven	Wilhelminalaan 198	2625 KK Delft
dr.ir. G.J.M. Krijnen	1700 Route Woodbury Road # 2511 Orlando Florida U.S.A.	
dr.ir. H.C. Nauta	dr. P.v. Anrooijstraat 27	2631 AS Nootdorp
ir. R. Otte	C. Busken Huetstraat 16A	2802 XD Gouda
ir. Th.J. Sprenger	Dolomietenlaan 3	5691 JP Son

Nieuwe adressen van leden:

ir. P.D.C. Anker	Tetterodestraat 99	2023 XM Haarlem
W.J. van Hattum	Mathenessendijk 344 a	3026 GS Rotterdam
ir. J.J.A. Klaasen	Aert van Neslaan 76	2341 HX Oegstgeest
ir. L. Koole	Vondelpark 110	3120 Tremelo Belgium
ir. A.G. van Lienden	Dr. Weitjenslaan 71	2685 VW Poeldijk
ir. J.A.M. Mes	Hoofdstraat 110	6024 AB Budel-Dorplein
ir. A.J. van Rhijn	195-4 W.Rincon Avenue Campbell California 95008 U.S.A.	
ir. K.J. Rijkse	Gandhiweg 93	2807 RD Gouda
ir. P.F.M. Smulders	Sprookjesberg 10	5508 EB Veldhoven
ir. R.J.A.G. aan de Stegge	Benninkburg 17	7511 MB Enschede
ir. R. de Vries	Hengeveldebrink 378 A	7544 TZ Enschede

Conferentie-aankondiging

AGARD
Advisory Group for Aerospace & Development

North Atlantic Treaty Organisation

Lecture Series No. 196
Propagation modelling and decision aids for communications, radar and navigation systems

to be held at:
Lester B. Pearson Building
External Affairs & International Trade
125, Sussex Drive
Ottawa, Ontario
Canada
(5-4 October 1994)

Fundaçao Calouste Gulbenkian
Avenida de Berna, No. 45
1093 Lisboa Codex
Portugal
(10-11 October 1994)

Motel Bijhorst
Valkenhorstzaal
Zijdeweg 54
2245 BZ Wassenaar (The Hague)
The Netherlands
(13-14 October 1994)

Local coordinator for The Netherlands:
Mr. L. Sombroek
NLR
P.O. Box 90502
1006 BM Amsterdam

Tel. (31) 20 511 3116
Fax. (31) 20 511 3210

Cursus-aankondigingen

CEI-EUROPE
Advanced Technology Short Courses on Cicuit Design and Signal Processing in Communications:
-High-Frequency Analog Cicuit Design for Communication Systems; 17-21 October, Spain
-RF/MW Cicuit Design; 17-21 October, Spain
-Active and Passive RF Components; 19-25 October, Spain
-Spread Spectrum/CDMA; 24-27 October, Spain

Contactadres: Mrs. Tina Persson, marketing manager, CEI_Europe,
PO Box 910, S-612 25 FINSPONG, Sweden. Phone +46-122-17570/Fax +46-122-14347.

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

deel 59 -nr.2-1994

Inhoud

Druk en DTP: Drukkerij Van Ek, Driebergen